

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД
А.А.Панфилов

« 09 / 09 / 2018 г. » 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОММУНИКАЦИОННЫХ ОСНОВАНИЙ 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	18	18	36	108	Экзамен 36 час
Итого	6 / 216	18	18	36	108	Экзамен 36 час

Владимир 2018

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

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

Физика; Основы квантовой физики; Метрология; Информатика; Инженерная и компьютерная графика; Физические основы микро- и наносистемной техники; Физика твёрдого тела; Электротехника; Введение в нанотехнологию; Теоретическая механика; Механика наносистем и трибология; 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 коммуникационных оснований электронных средств в нанoeлектронике» используются при изучении следующих дисциплин:

Аддитивные технологии; Процессы микро- и нанотехнологии; Микрооптика и фотоника; Интегрированные технологии и оптика локализованных структур; а также при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- 1) Знать:
- структуру и информационные каналы связи функциональных блоков и составных частей электронных средств (ОПК-7);
 - современную элементную базу и типы коммуникационных оснований электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-7);
 - этапы жизненного цикла электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-7);
 - уровни конструктивной иерархии электронных средств и устройств коммуникации (ОПК-7);
 - методы и средства программного обеспечения, используемые при проектировании коммуникационных оснований электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-9);
 - требования информационной безопасности при проектировании коммуникационных оснований электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-9).
- 2) Уметь:
- анализировать виды коммуникаций и 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 коммуникационные основания и конструкцию электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-7).
- 3) Владеть:
- современными средствами информационно-программного обеспечения процессов проектирования коммуникационных оснований электронных средств и нанoeлектронных устройств (ОПК-9);
 - способами защиты коммуникаций электронных средств и нанoeлектронных устройств от влияния внешних воздействующих факторов (ОПК-7).

4. 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 коммуникационных оснований и структура ЭС и НЭУ	7	1 - 2	2	-	2	4	-	8	-	4/50	
2	Этапы жизненного цикла и факторы, определяющие проектирование коммуникационных оснований ЭС и НЭУ	7	3 - 4	2	-	2	4	-	8	-	4/50	

3	Компоновка ЭС и НЭУ	7	5-6	2	-	2	4	-	8	-	4/50	Рейтинг-контроль №1
4	Общие конструктивные и эксплуатационные требования к коммуникационным основаниям	7	7-8	2	-	2	4	-	18	-	2/25	
5	Средства проектирования ЭС с печатным монтажом	7	9-10	2	-	2	4	-	12	-	4/50	
6	Проектирование элементов коммуникационных оснований и несущих конструкций ЭС и НЭУ	7	11-12	2	-	2	4	-	12	-	4/50	Рейтинг-контроль №2
7	Защита конструкции и коммуникационных оснований ЭС и НЭУ: тепловая, пылевлаго- и виброзащита; защита от ЭМИ	7	13-14	2	-	2	4	-	12	-	4/50	
8	Технологические и нормативно-технические требования при проектировании коммуникационных оснований ЭС и НЭУ	7	15-16	2	-	2	4	-	12	-	4/50	
9	Проектирование ЭС и НЭУ с учетом требований эргономики и технического дизайна	7	17-18	2		2	4	-	18	-	4/50	Рейтинг-контроль №3
Всего		7	18	18	-	18	36	-	108	-	34/47	Экзамен 36 час

Практические занятия

Темы практических занятий и рефератов:

- 1) Роль и задачи конструктора при проектировании коммуникационных оснований, ячеек, субблоков, блоков, стоек и шкафов управления.
- 2) Функционально-узловой, каскадно-узловой, схемно-узловой и моносхемный методы проектирования ЭС и коммуникационных оснований.
- 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 и коммуникационным основаниям 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 коммуникационных оснований.
- 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.

Лабораторные работы

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 коммуникационных оснований ЭС.

Работа №2. Обеспечения механической прочности коммуникационных оснований ЭС.

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

Работа №4. Обеспечения надежности коммуникационных оснований ЭС.

Работа №5. Обеспечения влагостойкости ЭС и коммуникационных оснований.

5. 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.

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 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.

6. 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.

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю:

Рейтинг-контроль №1

Проводится в письменной форме.

Список заданий:

1. Функционально-узловой (модульный) метод конструирования ЭС.
2. Задачи конструктора при проектировании коммуникационных оснований ячеек, блоков, приборов и устройств ЭС.
3. Классификация ЭС по условиям эксплуатации.
4. Компонировка 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 коммуникационных оснований.
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 коммуникационных основаниях ЭС, искажение сигналов; требования к линиям связи.
6. Индуктивные и кондуктивные паразитные связи элементов печатного монтажа.
7. Методы влагозащиты и герметизации ЭС.

Примерный перечень вопросов 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 коммуникационных оснований 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 коммуникационных оснований ячеек, блоков, стоек и устройств.
7. Компоновка электронных средств, определяющие факторы. Методы компоновки и критерии оптимальности.
8. Исходные данные процесса конструирования коммуникационных оснований электронных средств. Схема электрическая принципиальная, функциональная и структурная.
9. Соотношение понятий проектирование и конструирование электронных средств. Задачи, цели и техническое задание на проектирование коммуникационных оснований. Средства проектирования.
10. Технологичность конструкции электронных средств. Качественные и количественные показатели технологичности коммуникационных оснований. 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 и коммуникационных оснований.

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 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 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 и коммуникационные основания.
- 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.

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 коммуникационных оснований 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?

7. 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. 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.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

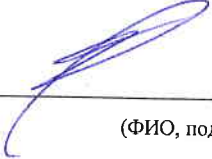
Для представления лекционного материала, презентаций и рефератов студентов используется специализированное аудиторное оборудование с экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

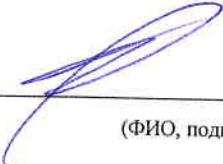
Лабораторные и практические занятия проводятся в компьютерных классах и лабораториях, оснащенных необходимыми средствами технического и программного обеспечения.

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) Нач. НИИКО-2 ФКП-«ГЛП Радуга» Антипов А.А. 
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ
Протокол №1 от 03.09.2018 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 №1 от 03.09.2018 года
Заведующий кафедрой _____  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 _____