

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



А.А.Панфилов

« 10 » 12 2015 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### "Основы конструирования электронных средств "

**Направление подготовки:**

11.03.03 – "Конструирование и технология электронных средств"

**Профиль подготовки:**

«Проектирование и технология электронных средств»

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** заочная

Семестр	Трудоем- кость зач. Ед/час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4-й курс летняя сессия	7/252	10	6	12	197	Экзамен (27), КП
<b>Итого</b>	7/252	10	6	12	197	Экзамен (27), КП

г. Владимир  
2015 г.

*Handwritten mark*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Основы конструирования электронных средств» являются:

- изучение методов конструирования электронных средств, обеспечивающих их функционирование в соответствии с требованиями надежности и условиями эксплуатации;
- получение знаний и навыков конструирования электронных средств

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы конструирования электронных средств» входит в базовую часть профессионального цикла дисциплин.

Дисциплина базируется на полученных студентами знаниях схемотехнической и конструкторской подготовки в дисциплинах: «Информационные технологии в проектировании электронных средств», «Основы проектирования несущих конструкций и механизмов ЭС», «Физические основы материаловедения», «Компоненты электронных средств», «Схемотехника и системотехника цифровых электронных средств», «Конструкторско-технологическое проектирование ячеек электронных средств», «Обеспечение надежности электронных средств», «Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных средств»; «Системотехника и программирование ПЛИС, микропроцессоров и промышленных контроллеров», а также в период конструкторско-технологической, учебно-ознакомительной и учебно-исследовательской практик.

Знания, полученные студентами в данной дисциплине, используются и расширяются в области особенностей проектирования ЭС, различных условий эксплуатации и функционального назначения при прохождении конструкторско-технологической и преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра. Помогают освоить изучаемый материал в дисциплинах: «Компьютерное сопровождение жизненного цикла электронных средств», «Обеспечение электромагнитной совместимости электронных средств», «Эргономика и дизайн электронных средств»; одновременно изучаемые дисциплины: «Материалы электронных средств», «Управление качеством электронных средств», «Тепломассообмен и защита электронных средств от климатических воздействий», «Защита электронных средств от механических воздействий», «Физика радиационных воздействий и радиационная стойкость электронных средств», «Технология производства электронных средств».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### 1) Знать:

- Методики выполнения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-6)

### 2) Уметь:

- проводить предварительное техническое обоснование проектов, конструкций электронных средств (ПК-4)
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств (ПК-5)

- осуществлять контроль соответствия разработанных проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-8)
  - внедрять результаты разработок (ПК-9)
- 3) Владеть**
- способностью разработать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7)

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ "Основы конструирования электронных средств "

##### 4.1. Трудоемкость базовых разделов дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	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	Практические занятия	Лабораторные работы	КП	СРС		
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Введение в дисциплину		1				5		
2	Жизненный цикл ЭС. Особенности отдельных этапов жизненного цикла и их взаимосвязь		1				10		
3	Стадии разработки ЭС		1				10		
4	Структура и классификация РЭС		1				10		
5	Факторы, определяющие проектирование РЭС		1				25		
6	Конструкторское проектирование		1	2	4		30	3 ч, 43%	

7	Электромагнитная совместимость РЭС		1	1	4	30	3 ч, 50%	
8	Тепловые и механические характеристики конструкций		1	2	4	30	3 ч, 43 %	
9	Влагозащита и герметизация РЭС		1	1		27	1 ч, 50%	
10	Радиационная стойкость и электрическая прочность элементов РЭС		1			20		
Всего			10	6	1 2	197	10 ч, 36 %	Экзамен (27), КП

#### 4.2 Перечень тем лабораторных занятий.

Лабораторные работы студентами проводятся на каждом занятии фронтально, согласно индивидуальным заданиям по методическим разработкам. Целесообразно индивидуальные задания давать по теме ВКР бакалавра и теме курсового проекта. Конкретный перечень работ для каждого студента определяет преподаватель, ведущий лабораторные занятия с учетом мнения студента и руководителя ВКР студента преследуя цель – обосновать и улучшить принимаемые в ВКР технические решения.

Работы проводятся по принципу анализа, синтеза, расчетов и обоснований конструкций от нижних уровней (модули) до верхних, от ручной разработки до машинной.

Цикл работ №2-4 предполагают синтез и анализ микросхемотехнических блоков и ячеек различных условий эксплуатации и элементной базы на основе многообразия возможных проектных решений с использованием ЭВМ. Поэтому цикл работ организован по принципу проектирования от общего к частному с выбором и проверкой оптимального варианта решения, для чего необходимо соблюдать указанную последовательность работ.

Работа №1. Проектирование вибропрочных ячеек РЭС.

Работа №2. Проектирование компоновочных вариантов блоков и ячеек МЭА.

Работа №3. Проектирование ячеек блоков МЭА III и IV поколений.

Работа №4. Разработка конструкции блока МЭА IV поколения.

#### 4.3 Перечень тем практических работ.

Практические занятия 2-х часовые по времени проводятся с полной академической группой. Эти занятия охватывают вопросы теории и практики проектирования модулей 1-го уровня как наиболее широко применяемые в электронных средствах различного функционального назначения. Пять работ организованы в цикл проектирования функционального узла ЭС от выбора электрорадиоэлементов до оформления конструкторской документации со всеми необходимыми инженерными расчетами и обоснованиями. Работы по времени организованы так, что соблюдаются этапы конструкторского проектирования ЭС.

№1. Расчет электрических режимов элементов схемы.

№2. Выбор электрорадиоэлементов плоского модуля.

№3. Компоновка элементов модуля и трассировка печатного монтажа.

№4. Расчет элементов печатного монтажа и размещение проводников в узком и свободном месте.

№5. Оформление схемы электрической принципиальной и чертежа печатной платы.

№6. Оформление сборочного чертежа и спецификации.

Отмеченные практические работы оцениваются по критериям знания теории конструирования и технологии производства печатных плат, технической грамотности выполненных расчетов, обоснованности размещения элементов монтажа и электрорадиоэлементов конструкции и соответствия оформленных чертежей требованиям ЕСКД и нормативно технической документации.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки и реализации компетентностного подхода предусматривается использование активных и интерактивных форм обучения при изучении теоретического курса и проведении лабораторных работ. В частности, стимулирование активности на лекциях путём привлечения к обсуждению проблем, возникавших и разрешавшихся по мере развития радиоэлектроники. При этом лекционное изложение материала также проблемно-ориентировано.

При обучении применяются также мультимедиа технологии.

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

### **6.1 Вопросы к экзамену:**

- 1) История развития конструкций ЭС. Определяющие факторы развития, методы проектирования и конструирования, проблемы и противоречия.
- 2) Минимизация габаритных размеров и массы конструкции ЭС как общее конструктивное требование.
- 3) Надёжность ЭС как общее конструктивное требование.
- 4) Эргономика конструкции как общее техническое требование к ЭС.
- 5) Психофизические требования к ЭС. Удобство эксплуатации как общее техническое требование к ЭС.
- 6) Этапы развития конструкций и методов конструирования ЭС (электронных средств).
- 7) Модули электронных средств.
- 8) Ячейки ЭС. Разновидности их конструкций.
- 9) Основные требования оформления сборочных чертежей изделий на печатных платах.
- 10) Разновидности конструкций блоков электронных средств.
- 11) Общая характеристика процесса конструирования. Проектирование и конструирование ЭС.
- 12) Роль и задачи конструктора при конструкторском проектировании. Системный подход в проектировании ЭС.
- 13) Эргономические требования и принципы гармонизации формы ЭС
- 14) Человек оператор как фактор компоновки ЭС.
- 15) Ремонтпригодность как общее конструкторское требование.
- 16) Объект назначения как фактор компоновки ЭС.
- 17) Несущие конструкции. Проектирование и основы расчёта.
- 18) Несущие элементы ячеек ЭС. Каркасы ЭС. Рамки и теплоотводящие основания.
- 19) Система межсоединений. Проектирование печатного монтажа

- 20) Особенности оформления чертежей печатных плат.
- 21) Основы защиты ЭС от воздействия окружающей среды.
- 22) Разновидности методов и конструкций систем охлаждения ЭС.
- 23) Принципы и элементы построения локального охлаждения микросхем, микросборок, мощных транзисторов ЭС.
- 24) Элементы разъемных электрических соединений и гибкого не фиксированного монтажа в ячейках и блоках ЭС.
- 25) Основы расчета средней температуры перегрева ЭС.
- 26) Основные методы и законы охлаждения элементов ЭС.
- 27) Методы интенсификации охлаждения ЭС, жидкостные и испарительные системы охлаждения.
- 28) Влагозащита ЭС. Герметизация, особенности проектирования. Расчет разъемных соединений герметизации. Герметизация электрических соединений и подвижных элементов гермокорпусов.
- 29) Удары и вибрации при эксплуатации ЭС, их характеристики и влияние.
- 30) Методы исполнения вибропрочных ячеек ЭС.
- 31) Основы расчета собственной частоты колебаний ячеек.
- 32) Основные требования компоновки блоков и ячеек микроэлектронной аппаратуры.
- 33) Основы защиты ЭС от механических воздействий. Основные способы защиты.
- 34) Повышение жесткости конструкции как способ устранения резонансных колебаний. Основы расчета вибропрочности ячеек МЭА с теплоотводящим основанием.
- 35) Виброизоляция ЭС. Принцип действия систем виброизоляции. Особенности выбора виброизоляторов.
- 36) Методы снижения амплитуд резонансных колебаний. Вибропоглощающие материалы и их использование.
- 37) Особенности конструирования ячеек МЭА на БИС и микросборках.
- 38) Основы защиты ЭС от тепловых нагрузок
- 39) Тепловая защита ЭС. Конвекция. Излучение. Кондукция (теплопроводность).
- 40) Общие системы охлаждения.
- 41) Влияние влаги, брызг и воды на ЭС.
- 42) Методы влаго и водозащиты элементов и конструкций ЭС.
- 43) Основы расчета элементов герметизации разъемных корпусов ЭС.
- 44) Источники и приемники помех ЭС. Методы обеспечения электромагнитной совместимости.
- 45) Экранирование электрического поля, электростатические экраны.
- 46) Экранирование магнитного и электромагнитного поля, особенности конструкций НЧ и ВЧ экранов.
- 47) Основы расчета электромагнитных экранов и их эффективность.
- 48) Паразитные связи в электроустановках, основы расчета коэффициента передачи помехи.
- 49) Основы расчета паразитных параметров печатного монтажа и методы уменьшения паразитных связей.
- 50) Фильтрация напряжений наводки в проводах, основы расчета фильтров.
- 51) Особенности проектирования стационарной аппаратуры
- 52) Особенности проектирования носимой аппаратуры
- 53) Особенности проектирования автомобильных ЭС
- 54) Особенности проектирования корабельных ЭС
- 55) Особенности проектирования самолетных и космических ЭС

## **6.2 Самостоятельная работа студентов.**

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов (СРС) состоит в изучении рекомендуемой литературы, подготовке к лабораторным работам, выполнении курсового проекта. Текущий контроль усвоения знаний студентами осуществляется путем устного опроса при допуске к лабораторным работам и их защите.

### **Вопросы к СРС:**

- 1) История развития конструкций ЭС. Определяющие факторы развития, методы проектирования и конструирования, проблемы и противоречия.
- 2) Минимизация габаритных размеров и массы конструкции ЭС как общее конструктивное требование.
- 3) Надёжность ЭС как общее конструктивное требование.
- 4) Эргономика конструкции как общее техническое требование к ЭС.
- 5) Психофизические требования к ЭС. Удобство эксплуатации как общее техническое требование к ЭС.
- 6) Этапы развития конструкций и методов конструирования ЭС (электронных средств).
- 7) Модули электронных средств.
- 8) Ячейки ЭС. Разновидности их конструкций.
- 9) Основные требования оформления сборочных чертежей изделий на печатных платах.
- 10) Разновидности конструкций блоков электронных средств.
- 11) Общая характеристика процесса конструирования. Проектирование и конструирование ЭС.
- 12) Роль и задачи конструктора при конструкторском проектировании. Системный подход в проектировании ЭС.
- 13) Эргономические требования и принципы гармонизации формы ЭС
- 14) Человек оператор как фактор компоновки ЭС.
- 15) Ремонтопригодность как общее конструкторское требование.
- 16) Объект назначения как фактор компоновки ЭС.
- 17) Несущие конструкции. Проектирование и основы расчёта.
- 18) Несущие элементы ячеек ЭС. Каркасы ЭС. Рамки и теплоотводящие основания.
- 19) Система межсоединений. Проектирование печатного монтажа
- 20) Особенности оформления чертежей печатных плат.
- 21) Основы защиты ЭС от воздействия окружающей среды.
- 22) Разновидности методов и конструкций систем охлаждения ЭС.
- 23) Принципы и элементы построения локального охлаждения микросхем, микросборок, мощных транзисторов ЭС.
- 24) Элементы разъёмных электрических соединений и гибкого не фиксированного монтажа в ячейках и блоках ЭС.
- 25) Основы расчета средней температуры перегрева ЭС.
- 26) Основные методы и законы охлаждения элементов ЭС.
- 27) Методы интенсификации охлаждения ЭС, жидкостные и испарительные системы охлаждения.
- 28) Влагозащита ЭС. Герметизация, особенности проектирования. Расчёт разъёмных соединений герметизации. Герметизация электрических соединений и подвижных элементов гермокорпусов.
- 29) Удары и вибрации при эксплуатации ЭС, их характеристики и влияние.
- 30) Методы исполнения вибропрочных ячеек ЭС.
- 31) Основы расчета собственной частоты колебаний ячеек.
- 32) Основные требования компоновки блоков и ячеек микроэлектронной аппаратуры.
- 33) Основы защиты ЭС от механических воздействий. Основные способы защиты.
- 34) Повышение жесткости конструкции как способ устранения резонансных колебаний. Основы расчёта вибропрочности ячеек МЭА с теплоотводящим основанием.

- 35) Виброизоляция ЭС. Принцип действия систем виброизоляции. Особенности выбора виброизоляторов.
- 36) Методы снижения амплитуд резонансных колебаний. Вибропоглощающие материалы и их использование.
- 37) Особенности конструирования ячеек МЭА на БИС и микросборках.
- 38) Основы защиты ЭС от тепловых нагрузок
- 39) Тепловая защита ЭС. Конвекция. Излучение. Кондукция (теплопроводность).
- 40) Общие системы охлаждения.
- 41) Влияние влаги, брызг и воды на ЭС.
- 42) Методы влаго и водозащиты элементов и конструкций ЭС.
- 43) Основы расчета элементов герметизации разъемных корпусов ЭС.
- 44) Источники и приемники помех ЭС. Методы обеспечения электромагнитной совместимости.
- 45) Экранирование электрического поля, электростатические экраны.
- 46) Экранирование магнитного и электромагнитного поля, особенности конструкций НЧ и ВЧ экранов.
- 47) Основы расчета электромагнитных экранов и их эффективность.
- 48) Паразитные связи в электромонтаже, основы расчета коэффициента передачи помехи.
- 49) Основы расчета паразитных параметров печатного монтажа и методы уменьшения паразитных связей.
- 50) Фильтрация напряжений наводки в проводах, основы расчета фильтров.
- 51) Особенности проектирования стационарной аппаратуры
- 52) Особенности проектирования носимой аппаратуры
- 53) Особенности проектирования автомобильных ЭС
- 54) Особенности проектирования корабельных ЭС
- 55) Особенности проектирования самолетных и космических ЭС

### 6.3 Курсовое проектирование

В курсовом проекте необходимо разработать конструкцию электронного средства средней сложности. Как правило, такая конструкция представляет электронный модуль второго уровня. Тематика курсового проекта должна быть тесно связана с темой ВКР бакалавра и, по сути, являться основной частью ВКР. Название темы начинается со слов «Разработка конструкции ...» и далее в теме дается более конкретное название объекта проектирования. Например: «...лабораторного блока питания».

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Конструирования электронных средств»

### 7.1. Основная литература

7.1.1. Юзова, В. А. Основы проектирования электронных средств. Конструирование электронных модулей первого структурного уровня [Электронный ресурс <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442089> ]: Лаб. практикум / В. А. Юзова. - Красноярск : Сиб. федер. ун -т, 2012. - 208 с. - ISBN 978-5 7638-2421-6.

7.1.2. Альтшуллер, Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач [Электронный ресурс] / Генрих Альтшуллер. - 4-е изд. - М.: Альпина Паблишерз, 2014. - 400 с. - (Серия «Искусство думать»). - ISBN 978-5-9614-1494-3.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520707>

7.1.3. Основы художественного конструирования: Учебник / Коротеева Л.И., Яскин А.П. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 304 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Обложка) ISBN 978-5-16-009881-4 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=460731>



## 7.2. Дополнительная литература

7.2.1. Шеин, А.Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520288>] / А.Б. Шеин, Н.М. Лазарева. - М.: Инфра-Инженерия, 2011.- 456 с. - ISBN 978-5-9729-0041-16.2.2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения, Московский рабочий, 2-е изд.: 1973 г.

7.2.2. Выпускная квалификационная работа бакалавра: Метод. указания для студентов направления 2102 «Проектирование и технология электронных средств» / Сост. В.Б. Дмитриев, Г.Ф. Долгов, В.Р. Асланянц, А.А. Варакин, В.В. Евграфов, Е.А. Калинин.; Под общ. ред. В.Б. Дмитриева и Г.Ф. Долгова; Владим. гос. ун-т. Владимир, 2010. – 73 с.

7.2.3. Левицкий, А. А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР [Электронный ресурс

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442124>] : Учеб. пособие / А. А. Левицкий, П. С. Маринушкин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2010. – 156 с. - ISBN 978-5-7638-2111-6.

7.2.4. Учебное пособие по дисциплине "Основы проектирования электронных средств" [Электронный ресурс] / Л. Н. Панков [и др.] ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Электронные текстовые данные (1 файл: 1,94 Мб) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2007 .— 261 с. : ил. — Заглавие с титула экрана .— Электронная версия печатной публикации .— Библиогр.: с. 258-260 .— Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки .— Adobe Acrobat Reader .— ISBN 5-89368-735-3 .— <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1124/3/00537.pdf>>.

## 7.4. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

При выполнении практических, лабораторных работ и курсового проекта необходимо применять программное обеспечение SolidWorks, MultiSim, AltiumDesigner, Компас, которое установлено в компьютерном классе кафедры БЭСТ (330-3).

Дополнительные материалы размещены в сетевом ресурсе:

- [//best/студентам/Долгов/Конструирование ЭС](http://best/студентам/Долгов/Конструирование ЭС) – (в сети ВлГУ);

- <http://www.edu.ru> – Единое окно свободного доступа к образовательным ресурсам

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Основы конструирования электронных средств»

Лекционные занятия проводятся в аудиториях 324-3, 331-3, 333-3, оборудованных техническими средствами для использования мультимедиа технологий. Имеются подборки видеоматериалов и слайдов по тематике курса.

Лабораторные работы и практические занятия проводятся в компьютерном классе 330-3, где имеются необходимое программное обеспечение.

В процессе подготовки к занятиям и при выполнении лабораторных работ, практических заданий, курсового проекта и при самостоятельной работе студенты имеют возможность работать в Интернете, пользуясь ресурсами компьютерного класса кафедры БЭСТ (а.330-3). На сервере кафедры «[//best/студентам/Долгов/Конструирование ЭС](http://best/студентам/Долгов/Конструирование ЭС)» размещены мультимедийные презентации лекций и другой дополнительный материал.

