

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.11 Основы проектирования и конструирования радиоэлектронной аппаратуры»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки)

Промышленная электроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.11 Основы проектирования и конструирования радиоэлектронной аппаратуры» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

протокол № 7 от "17" 03 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

подпись

С.В. Митрофанов

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры ПЭИИТ

должность

подпись

М.Г. Петрушанский

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Е.А. Корнев

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

С.А. Биктимирова

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству ИЭЭС

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Петрушанский М.Г., 2026

© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

- реализация требований квалификационной характеристики, связанной с профессиональной деятельностью выпускника согласно Федеральному государственному образовательному стандарту по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденный приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 927 (далее – ФГОС ВО);

- формирование соответствующих компетенций согласно требованиям основной образовательной программы (ООП) подготовки бакалавров по направлению «Электроника и наноэлектроника» с профилем подготовки «Промышленная электроника».

Задачи:

- приобретение обучающимися знаний в области теоретических основ проектирования и конструирования радиоэлектронной аппаратуры, как теоретической базы для освоения программ учебной и производственной практик, а так же для выполнения выпускной квалификационной работы;

- приобретение обучающимися навыков реализации теоретических знаний на практике в рамках выполнения практических занятий с применением интерактивных методов и закреплением соответствующих компетенций согласно ООП подготовки бакалавров по направлению «Электроника и наноэлектроника» с профилем подготовки «Промышленная электроника».

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.1 Иностранный язык, Б1.Д.Б.8 Математика, Б1.Д.Б.13 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.Б.17 Основы проектной деятельности, общественные проекты и технологическое предпринимательство, Б1.Д.Б.18 Информационные технологии в электронике, радиотехнике и системах связи, Б1.Д.В.3 Схемотехника, Б1.Д.В.14 Электромеханические устройства электронных систем*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.6 Отладочные средства микропроцессорных систем, Б1.Д.В.7 Сигнальные процессоры, Б1.Д.В.10 Основы автоматизации проектирования радиоэлектронной аппаратуры, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК*-2-В-5 Знает основы проектирования электронных устройств и формы представления результатов проектирования в соответствии со стандартами и техническими условиями ПК*-2-В-9 Владеет навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами	Знать: основы проектирования электронных устройств и формы представления результатов проектирования в соответствии со стандартами и техническими условиями Владеть: навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	53	53
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение курсового проекта (КП); - проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	127 +	127
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Методологические вопросы конструирования РЭА	24	2	2	2	18
2.	Стандартизация разработки РЭА и выпуска конструкторской документации	30	4	4	2	20
3.	Электромагнитная совместимость и защита РЭА от помех	22	2	-	2	18
4.	Иерархический принцип конструирования РЭА	24	2	2	2	18
5.	Виды и характеристика монтажных соединений. Печатный монтаж и компоновка элементов	32	2	4	6	20
6.	Основы защиты РЭА от воздействия окружающей среды, механических и тепловых нагрузок	26	4	2	2	18
7.	Обеспечение надежности РЭА	22	2	2	-	18
	Итого:	180	18	16	16	130
	Всего:	180	18	16	16	130

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методологические вопросы конструирования РЭА. Общая характеристика дисциплины. Принципы, цели и задачи конструирования РЭА. Классификация РЭА. Регламентируемые свойства конструкции РЭА. Последовательность этапов разработки РЭА и стадий выпуска конструкторской документации (КД). Техническое задание (ТЗ), техническое предложение, эскизный проект, технический проект. Этапы процесса разработки нового изделия: научно-исследовательская разработка (НИР), опытно-конструкторская разработка (ОКР). Факторы, влияющие на работоспособность РЭС. Деление РЭА на группы в соответствии с климатическими, механическими и радиационными влияющими факторами. Требования, предъявляемые к конструкции РЭА: тактико-технические, конструктивно-технологические, эксплуатационные, надежность, экономические. Общие эргономические требования в системе «человек-машина». Физиологические и анатомические факторы, определяющие конструкцию приборов. Техническая эстетика в приборостроении. Основные характеристики формы изделия.

Раздел 2. Стандартизация разработки РЭА и выпуска конструкторской документации. Составляющие стандартизации конструкций РЭА. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Назначение ЕСКД. Общие термины в ЕСКД: изделие, деталь, сборочная единица и т.д. Виды конструкторских документов. Графические конструкторские документы. Текстовые конструкторские документы. Классификация конструкторских документов по способу выполнения и характеру использования. Обозначения (шифры) КД. Требования к выполнению конструкторских документов. Виды и типы схем. Правила выполнения электрических схем: структурной (Э1), функциональной (Э2), принципиальной (Э3). Выполнение конструкторской документации с использованием ЭВМ. Технические и программные средства обеспечения взаимодействия человека и ЭВМ при конструировании РЭС. Технические средства машинной графики. Современные тенденции в организации системы человек-машина в конструкторском проектировании РЭА. Выполнение схемотехнической КД с использованием ЭВМ.

Раздел 3. Электромагнитная совместимость и защита РЭА от помех. Основные сведения об источниках и приёмниках паразитных наводок. Причины возникновения, классификация и подходы к оценке помех. Помехоустойчивость РЭА. Наиболее вероятные источники и приёмники наводок. Защита РЭА от наводок. Непосредственная паразитная ёмкостная связь. Непосредственная паразитная индуктивная связь. Паразитная связь через электромагнитное поле. Сравнение различных видов паразитной связи. Виды и способы защиты РЭА от помех: применение индивидуальных сглаживающих конденсаторов (ИСК), уменьшение общих участков протекания токов элементов по шинам питания, использование металлического листа в качестве «земли», использование сплошных металлических прокладок в качестве шин питания, электростатическое, магнитостатическое и электромагнитное экранирование. Методы компоновки и монтажа элементов устройств питания.

Раздел 4. Иерархический принцип конструирования РЭА. Особенности и уровни конструктивной иерархии РЭА. Преимущества, предоставляемые разделением конструкции РЭА на уровни. Принципы иерархического конструирования: моносхемный, схемно-узловой, каскадно-узловой, функционально-узловой, модульный. Конструктивные модули нулевого структурного уровня. Конструирование типовых элементов замены (электронных модулей первого структурного уровня). Основные правила конструирования элементов уровней II и III конструктивной иерархии РЭА. Конструкции несущих элементов РЭА. Принципы компоновки РЭА на объектах-носителях.

Раздел 5. Виды и характеристика монтажных соединений. Печатный монтаж и компоновка элементов. Особенности конструирования и виды монтажных соединений. Основные этапы конструирования монтажных соединений с позиций ЭМС. Виды, модели и электрические параметры линий связи. Расчёт электрических параметров линий связи. Проводной монтаж. Плоский кабель. Печатный монтаж и печатные платы (ПП). Основные виды ПП и особенности их конструкций. Определение электрических параметров ПП: ограничения на минимальную ширину печатного проводника, падения напряжения на печатных проводниках, емкости, индуктивности. Материалы ПП. Основные конструктивные параметры ПП. Основные правила конструирования печатных плат.

Покрывание печатных плат. Методы изготовления ПП, их сущность. Выполнение разводки и КД ПП с использованием ЭВМ.

Раздел 6. Основы защиты РЭА от воздействия окружающей среды, механических и тепловых нагрузок. Окружающая среда и её воздействие на РЭА. Климат, климатические зоны и характерные группы эксплуатации. Нормальные климатические условия. Воздействие ветра и гололёда. Воздействие влаги, пыли, солнечной радиации и биологических факторов. Воздействие полей СВЧ. Ионизирующие излучения (ИИ). Виды, параметры и влияние ИИ на материалы. Влияние ИИ на резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы, интегральные микросхемы, электровакуумные приборы. Защита РЭА от ИИ. Защита РЭА от механических воздействий. Гармонические вибрации, ударные нагрузки, линейные ускорения, амортизация аппаратуры: низко-, средне-, высокочастотные амортизаторы. Защита РЭС от тепловых воздействий. Обеспечение тепловых режимов конструкций РЭА. Тепловые режимы и источники выделения тепла. Пути переноса тепловой энергии в аппаратуре: тепловое излучение, теплопроводность, конвекция. Естественное и принудительное воздушное охлаждение. Обеспечение надёжной работы конструкции РЭА. Виды герметизации. Пропитка, обволакивание, заливка. Разъёмная герметизация, неразъёмная герметизация.

Раздел 7. Обеспечение надёжности РЭА. Основные понятия, характеристики и параметры надёжности РЭА: надёжность, работоспособность, отказ, виды отказов. Основные эксплуатационные свойства РЭА: безотказность, ремонтоспособность, долговечность, сохраняемость. Вероятностные оценки надёжности. Интенсивность отказов, графическая зависимость интенсивности отказов от времени. Оценка времени безотказной работы. Определение вероятностных характеристик сложных узлов. Структурные и информационные методы повышения надёжности РЭА.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1.	1	Анализ элементной базы для заданных условий эксплуатации	2
2.	2	Основные правила ЕСКД выполнения схемы электрической принципиальной и перечня элементов	2
3.	3	Определение эффективности экранирования в конструкциях РЭА	2
4.	4	Компоновка печатного узла	2
5.	5	Конструирование печатного модуля	2
6.	5	Основные правила ЕСКД выполнения чертежа печатной платы	2
7.	5	Основные правила ЕСКД выполнения сборочного чертежа функционального узла (ФУ) и спецификации	2
8.	6	Расчет собственной частоты колебаний печатного модуля	2
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1.	1	Выбор и анализ элементной базы	2
2.	2	Структура изделия и его обозначение в конструкторской документации в соответствии с классификатором ЕСКД	2
3.	2	Основные правила ЕСКД выполнения схем электрических структурной и функциональной	2
4.	4	Конструкции несущих элементов РЭА	2
5.	5	Расчет основных конструкторских параметров печатной платы	2
6.	5	Расчет электрических параметров печатной платы	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
7.	6	Тепловые режимы полупроводниковых приборов. Расчёт радиатора	2
8.	7	Проектирование радиационной защиты РЭА	2
		Итого:	16

4.5 Курсовой проект (5 семестр)

Курсовой проект на тему «Конструирование электронного модуля первого структурного уровня» (по вариантам) выполняется в 5 семестре. Целью выполнения курсового проекта является изучение методов практического конструирования функциональных узлов РЭС на печатных платах.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Булатов, В. Н. Основы проектирования и конструирования РЭА [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Булатов, Д. А. Даминов. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 288 с. : ил. - Библиогр. : с. 287. - ISBN 5-7410-0575-6.

5.2 Дополнительная литература

1. Разевиг, В. Д. Проектирование печатных плат в P-CAD 2001 [Текст] / В. Д. Разевиг. - М. : Солон-Пресс, 2004. - 560 с. : ил. - (Системы проектирования). - Библиогр.: с. 556-557. - ISBN 5-98003-052-2.

2. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры [Текст] : учеб. для вузов / под ред. В. А. Шахнова.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 568 с. - (Информатика в техническом университете). - Библиогр.: с. 561-562. - Предм. указ.: с. 563-564. - ISBN 5-7038-2716-7.

3. Пирогова, Е. В. Проектирование и технология печатных плат [Текст] : учеб. для вузов / Е. В. Пирогова. - М. : Форум : ИНФРА-М, 2005. - 560 с. : ил. - (Высшее образование). - Прил.: с. 443. - Библиогр.: с. 557. - ISBN 5-8199-0138-X. - ISBN 5-16-001999-5.

4. Уваров, А. С. P-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств [Текст] / А. С. Уваров. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 760 с. : ил. - Предм. указ.: с. 746-755. - ISBN 5-93517-141-4.

5. Суходольский, В. Ю. Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / В. Ю. Суходольский.- 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2017. - 560 с. : ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 547. - Глоссарий: с. 548-553. - Предм. указ.: с. 554-559. - ISBN 978-5-9775-3814-5.

6. Справочник по радиоэлектронным устройствам [Текст] : в 2 т. / под ред. Д. П. Линде. - М. : Энергия, 1978. - (Радиоэлектроника / под ред. А. А. Куликовского). Т. 1 : . - , 1978. - 439 с. : ил. - Библиогр. в конце разд. - Предм. указ.: с. 433-439.

7. Справочник по радиоэлектронным устройствам [Текст] : в 2 т. / под ред. Д. П. Линде. - М. : Энергия, 1978. - (Радиоэлектроника / под ред. А. А. Куликовского). Т. 2 : . - , 1978. - 327 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 321-327.

8. Справочник по элементам радиоэлектронных устройств [Текст] / под ред. В. Н. Дулина, М. С. Жука. - М. : Энергия, 1977. - 576 с. : ил. - (Справочная серия "Радиоэлектроника")

9. Кийко, В. Электронный справочник полупроводниковых приборов / В. Кийко // Радио, 2004. - N 4. - С. 26-28.

5.3 Периодические издания

Радиотехника : реферативный журнал : - М. : ВИНиТИ;
Радиофизика и физические основы электроники : реферативный журнал : - М. : ВИНиТИ,
Информационно-измерительные и управляющие системы: журнал. - Москва : Радиотехника
Chip News/ Инженерная микроэлектроника : журнал. - Москва : Редакция журнала "Chip News";
САПР и графика : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

- <http://window.edu.ru/window/catalog>: Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
- <http://www.ict.edu.ru> – Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании».
- <http://www.kit-e.ru/> - «Компоненты и технологии».
- <http://www.rodnik.ru/> - НПП «Родник».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows.

5.5.2 Open Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Система автоматизированного проектирования программируемых аналоговых интегральных схем Altium Designer Winter 14.

5.5.4 Консультант Плюс [Электронный ресурс] : электронное периодическое издание справочная правовая система / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserver1!\CONSULT\cons.exe>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения (персональный компьютер и мультимедийный проектор), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная персональными компьютерами с комплектом программного обеспечения в соответствии с п. 5.5.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.