

**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 учебно-методической работе  
А.А.Павлов



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Направление подготовки 200100 «Приборостроение»

Профиль подготовки «Приборостроение»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Прак- тич. за- нятий, час.	Лабо- рат. работ, час.	СРС, час.	Форма про- журочного контроля (экз/заче)
7	5,180	18	18	18	81	экзамен –
<b>Итого</b>	5,180	18	18	18	81	экзамен –

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Физико-химические основы технологии приборостроения» является подготовка будущего специалиста, способного решать задачи в области технологии приборостроения, а также развитие у студентов навыков самостоятельной работы с нормативными документами и справочными материалами для разработки типовых технологических процессов.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- Способность собирать и анализировать научно-техническую информацию, учитывать современные тенденции развития и использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в профессиональной деятельности (ПК-2);
- Способность использовать системы стандартизации и сертификации, осознание значения метрологии в развитии техники и технологии (ПК-5);
- способность участвовать в технологической подготовке производства приборов различного назначения и принципа действия (ПК-15);
- способность обеспечить метрологическое сопровождение технологических процессов производства приборов и их элементов, использовать типовые методы контроля характеристик выпускаемой продукции и параметров технологических процессов (ПК-18);
- способность выбрать типовое оборудование и инструменты, а также предварительно оценить экономическую эффективность техпроцессов (ПК-20);
- способность разрабатывать типовые технологические процессы технического обслуживания и ремонта приборов с использованием существующих методик (ПК-21);

### *Задачи дисциплины:*

- Конкретизировать знания, приобретенные при прохождении математического и естественнонаучного циклов и общепрофессиональной базовой части цикла;
- Формирование представлений об основах технологии приборостроения, решения задач технологической подготовки производства, получение

практических сведений о типовых процессах изготовления печатных плат.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО БАКАЛАВРИАТА**

Данная дисциплина относится к вариативной части блока Б.3.2. Дисциплина базируется на комплексе дисциплин блока Б.2.: физика, математика, информатика, а также дисциплинах блока Б.3.1: прикладная механика, инженерная графика, основы автоматического управления, основы проектирования приборов и систем.

Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении проектно-конструкторских и технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной и управляющей информации: механические, электрические, магнитные, оптические, химические; области и возможности применения физических явлений и эффектов в приборостроительной технике; основы метрологии, системы стандартизации и сертификации средств измерений и контроля (ПК-2, ПК-4, ПК-5).
- 2) Уметь пользоваться современными средствами измерения и контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач; профессионально пользоваться компьютерной техникой и современными программными продуктами для решения инженерных задач в области приборостроения (ПК-7, ПК-25, ПК-27).
- 3) Владеть методами решения проектно- конструкторских и технологических задач с использованием современных программных продуктов( ПК-6,ПК-12).

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.



#### 4.2. Матрица соотношения тем учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных и общекультурных компетенций

Темы, разделы, дисциплины	Кол-во часов	Компетенции								
		ПК-2	ПК-4	ПК-5	ПК-6	ПК-15	ПК-18	ПК-20	ПК-21	Общ кол-во компетенций
Тема 1.1.	5	+	+							2
Тема 2.1.	8	+	+							2
Тема 2.2.	10		+	+						2
Тема 3.1.	12				+		+			2
Тема 3.2.	12				+	+	+			3
Тема 4.1.	9			+		+		+	+	4
Тема 4.2.	7					+	+	+		3
Тема 4.3.	11				+	+				2
Тема 4.4.	13						+	+	+	3
Тема 5.1.	7		+	+		+				3
Тема 5.2.	13				+		+		+	3
Тема 5.3.	9							+	+	2
Тема 5.4.	9						+	+	+	3
Тема 5.5.	6					+			+	2
Тема 5.6	7					+		+		2
ИТОГО	135				+			+		
Вес компетенции ( $\lambda$ )		0,14	0,28	0,21	0,28	0,42	0,42	0,35	0,42	

#### 4.3. Теоретический курс

##### 1. Введение.

**Тема 1.1. Общие сведения о печатных платах.** Печатные платы. Печатный монтаж. Типы печатных плат. Конструктивные характеристики печатных плат. Материалы печатных плат.

##### 2. Физико-химические процессы пайки печатных плат.

**Тема 2.1. Процессы на границе раздела.** Стадии физико-химического процесса пайки. Адсорбция, адгезия, смачивание, поверхностные реакции, сцепление.

**Тема 2.2.. Процессы нагрева при пайке.** Пайка волной припоя. Инфракрасная пайка. Конвекционная пайка. Конденсационная пайка. Локальная пайка: пайка паяльником, пайка горячим газом, лучевая пайка, лазерная пайка.

##### 3. Технология производства печатных плат.

**Тема 3.1. Технологические процессы изготовления печатных плат.** Субтрактивная технология. Аддитивная технология. Комбинированный позитивный метод.

**Тема 3.2. Технологические этапы в производстве печатных плат.** Получение заготовок печатных плат. Обработка монтажных и переходных отверстий. Металлизация поверхности печатной платы. Получение защитного рельефа. Нанесение защитной паяльной маски. Травление. Обработка по контуру.

#### **4. Материалы для пайки печатных плат.**

**Тема 4.1.** *Низкотемпературные припои.* Диаграмма сплавов олово-свинец. Составы припоев. Загрязнение припоев. Мягкие припои.

**Тема 4.2.** *Припои для бессвинцовой пайки.* Суть бессвинцовой пайки. Бессвинцовые припои. Финишные покрытия для бессвинцовой пайки. Проблемы бессвинцовой пайки.

**Тема 4.3.** *Флюсы для монтажной пайки.* Назначение флюсов. Классификация флюсов. Типы флюсов. Активаторы, растворители, реологические добавки. Применение флюсов.

**Тема 4.4.** *Паяльные пасты.* Требования к паяльным пастам. Составы паяльных паст. Гранулированный припой в паяльных пастах.

#### **5. Физико-химические процессы поверхностного монтажа.**

**Тема 5.1.** *Нанесение паяльной пасты.* Диспенсорный метод нанесения паяльной пасты. Трафаретный метод нанесения паяльной пасты.

**Тема 5.2.** *Установка компонентов.* Принципы установки компонентов. Управление точностью установки. Питатели. Источники ошибок. Критерии выбора установщиков.

**Тема 5.3.** *Пайка оплавлением SMD-компонентов.* Требования к печам пайки оплавлением. Методы нагрева. Виды термопрофилей.

**Тема 5.4.** *Отмывка электронных модулей после пайки.* Причины необходимости отмывки. Отмывочные жидкости. Технологические процессы отмывки. Дефекты отмывки. Методы определения качества отмывки.

**Тема 5.5.** *Инженерное обеспечение производства печатных плат.* Очистка воздуха. Термостабилизация. Электромагнитные поля. Электростатический заряд. Управление влажностью. Контроль печатных плат.

**Тема 5.6.** *Типовые дефекты пайки.* «Холодная пайка». Отсутствие смачивания. Интерметаллические соединения. Эффект «надгробного» камня. Сдвиг компонента. Образование перемычек. Образование шариков припоя.

#### **4.4. Практические занятия**

Практические занятия являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности.

Целью практических занятий является:

- подтверждение теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, путем проведения небольших по объему исследований по изучаемой теме;

- приобретение практических навыков и инструментальных компетенций в области моделирования систем и проведения инженерных расчетов по профилю профессиональной деятельности.

Перед проведением практических занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал и процедуры выполнения работ по выданным им предварительно учебным и методическим материалам.

#### **4.5. Лабораторные работы**

Лабораторная работа №1. «Демонтаж и индивидуальная пайка компонентов»

Лабораторная работа №2. «Визуальный контроль печатных узлов».

Лабораторная работа №3. «Характеристики и технологии нанесения паяльных паст».

Лабораторная работа №4. «Автоматическая установка SMT-компонентов».

Лабораторная работа №5. «Механизированная установка SMT-компонентов».

Лабораторная работа №6. « Групповая пайка печатных узлов».

Лабораторная работа №7. «Отмывка печатных узлов после пайки».

#### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .**

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по данной дисциплине предусматривается широкое использование в учебном процессе следующих инновационных методов обучения:

1. Информационно -коммуникационные технологии при чтении лекций;
2. Работа в малых группах при выполнении лабораторных работ;
3. Проблемное обучение на практических занятиях.

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

##### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:**

- а) решение задач по изучаемой теме на практических занятиях;
- б) защита лабораторных работ по методу обучения в малых группах;
- в) устный и письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу;
- г) проведение рейтинг-контроля.

##### **Вопросы для рейтинг-контроля**

1. Общие сведения о печатных платах.
2. Типы печатных плат.
3. Конструктивные характеристики печатных плат.
4. Материалы печатных плат.
5. Субтрактивная технология изготовления печатных плат.

6. Аддитивная технология изготовления печатных плат.
7. Комбинированный позитивный метод изготовления печатных плат.
8. Получение заготовок печатных плат.
9. Обработка монтажных и переходных отверстий.
10. Металлизация поверхности печатной платы.
11. Получение защитного рельефа.
12. Нанесение защитной паяльной маски.
13. Травление. Обработка по контуру. Прессование.
14. Стадии физико-химического процесса пайки. Адсорбция, адгезия, смачивание, поверхностные реакции, сцепление
15. Пайка волной припоя.
16. Инфракрасная пайка. Конвекционная пайка.
17. Конденсационная пайка. Локальная пайка.
18. Типовые дефекты пайки:
19. «Холодная пайка». Отсутствие смачивания. Интерметаллические соединения.
20. Типовые дефекты пайки: Эффект «надгробного» камня. Сдвиг компонента. Образование перемычек. Образование шариков припоя.
21. Низкотемпературные припои.
22. Припои для бессвинцовой пайки.
23. Проблемы бессвинцовой пайки.
24. Назначение флюсов. Классификация флюсов.
25. Активаторы, растворители, реологические добавки. Применение флюсов.
26. Требования к паяльным пастам. Составы паяльных паст.
27. Способы получения гранулированного припоя.
28. Поверхностно-монтируемые компоненты.
29. Классификация типов компоновок.
30. Диспенсорный метод нанесения паяльной пасты.
31. Трафаретный метод нанесения паяльной пасты.
32. Автоматическая установка SMD-компонентов.
33. Пайка оплавлением SMD-компонентов.
34. Отмывка электронных модулей после пайки.

### Вопросы к экзамену

1. Общие сведения о печатных платах.
2. Типы печатных плат.
3. Конструктивные характеристики печатных плат.
4. Материалы печатных плат.
5. Субтрактивная технология изготовления печатных плат.
6. Аддитивная технология изготовления печатных плат.
7. Комбинированный позитивный метод изготовления печатных плат.
8. Получение заготовок печатных плат.
9. Обработка монтажных и переходных отверстий.
10. Металлизация поверхности печатной платы.
11. Получение защитного рельефа.
12. Нанесение защитной паяльной маски.
13. Травление. Обработка по контуру. Прессование.
14. Стадии физико-химического процесса пайки. Адсорбция, адгезия, смачивание, поверхностные реакции, сцепление
15. Пайка волной припоя.
16. Инфракрасная пайка. Конвекционная пайка.
17. Конденсационная пайка. Локальная пайка.



18. Типовые дефекты пайки:
19. «Холодная пайка». Отсутствие смачивания. Интерметаллические соединения.
20. Типовые дефекты пайки: Эффект «надгробного» камня. Сдвиг компонента. Образование перемычек. Образование шариков припоя.
21. Низкотемпературные припои.
22. Припои для бессвинцовой пайки.
23. Проблемы бессвинцовой пайки.
24. Назначение флюсов. Классификация флюсов.
25. Активаторы, растворители, реологические добавки. Применение флюсов.
26. Требования к паяльным пастам. Составы паяльных паст.
27. Способы получения г гранулированного припоя.
28. Поверхностно-монтируемые компоненты.
29. Классификация типов компоновок.
30. Диспенсорный метод нанесения паяльной пасты.
31. Трафаретный метод нанесения паяльной пасты.
32. Автоматическая установка SMD-компонентов.
33. Пайка оплавлением SMD-компонентов.
34. Отмывка электронных модулей после пайки.

### **Самостоятельная работа студентов.**

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

Основные формы самостоятельной работы заключаются в проработке дополнительной литературы, подготовке к лабораторным занятиям, устному опросу, контрольным работам и рейтинг-контролю. Контроль за самостоятельной работой студентов осуществляется на консультациях, во время защиты лабораторных работ и практических занятиях.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература:**

1. А. Медведев. Технология сборки и монтажа электронных устройств. М.: Техносфера.- Серия "Мир электроники", 2007. - 256 с.
2. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И.Билибин, А.И.Власов, Л.В.Журавлева и др. Под общ. ред. В.А.Шахнова.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. - 528 с.
3. Нинг-Ченг Ли. Технология пайки оплавлением, поиск и устранение дефектов: поверхностный монтаж, BGA, CSP и Шр chip технологии - М.: Издательский дом "Технологии", 2006 . - 392 с.
4. Поверхностный монтаж в технологии электронных средств: метод. Указания к лаб. работам/ В.П.Крылов, С.Н.Марычев.- Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 84с.

### **Дополнительная литература:**

1. А. Медведев, Печатные платы. Конструкции и материалы. М.: Техносфера.- Серия "Мир электроники", 2005.-304с.
2. А. Медведев. Технология производства печатных плат. М.: Техносфера.- Серия "Мир электроники", 2005.-360с.

3. Мэнгин Ч.-Г, Макклелланд С. Технология поверхностного монтажа. Б. технологии сборки в электронике / Пер. с англ. под ред. Л.А. Коледов -276 с.
4. Крылов В. П. Технологии и подготовка производства печатных плат В. П. Крылов. - Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. - 88 с.

#### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. <http://tms.ystu.ru/sobolev/index.htm>
2. <http://iu6x3.narod.ru/tpc/>
3. <http://www.rezonit.ru/pcb/articles/>
4. [http://kkbweb.narod.ru/teoriya/smt\\_tehnology.htm](http://kkbweb.narod.ru/teoriya/smt_tehnology.htm)
5. <http://olav-smt.narod.ru/>
6. <http://www.3dnews.ru/motherboard/gigabyte-manufacture>
7. <http://www.pantes.ru/poverhnostnyu-montaj.php>
8. [http://elinform.ru/articles\\_4.htm](http://elinform.ru/articles_4.htm)
9. <http://www.kit-e.ru>
10. <http://manix.su/articles/smt>

#### **8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИ**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, набор слайдов и демонстрационные приборы, электронные справочники. Лекционные аудитории, оборудованные мультимедийными проекторами и экраном.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 200100 «Приборостроение» (квалификация «бакалавр»), утвержденные приказом Минобрнауки России от 21 декабря 2009 г. № 756.

Рабочую программу составил к.т.н., доц. каф. ПиИИТ Марычев С.Н.

Рецензент  к.т.н., проф. Колесник Г.П. каф. ЭТЭН

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПиИИТ протокол № 1 от 16 сентября 2014 года.

Заведующий кафедрой ПиИИТ  Легаев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 200100 «Приборостроение»

протокол № 1 от 16 сентября 2014 года.

Председатель комиссии  Легаев

Программа переутверждена:

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_