



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Кафедра экспериментальной физики
Базовая междисциплинарная кафедра ДГУ «Инновационные промышленные
технологии»

Образовательная программа

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Модуль

Проектирование и технология печатных плат

Уровень высшего образования
магистратура

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: *вариативная*


Махачкала, 2015

Рабочая программа дисциплины по направлению подготовки 11.04.04-Электроника и наноэлектроника (уровень: магистратуры) составлена в соответствии с учебным планом по дополнительному образовательному модулю «Проектирование и технология печатных плат», реализуемому в рамках проекта «Подготовка высококвалифицированных кадров в области проектирования и разработки технологических процессов автоматизированных средств специального назначения», утвержденного приказом Минобрнауки России от 25.11.2015г. №1370.

Разработчик(и): кафедра экспериментальной физики

Садыков Садык Абдулмуталибович, д.ф.м.н., проф.
Айтукаев Аймурза Давлетмурзаевич, к.ф.м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры экспериментальной физики от «25» ноября 2015г., протокол № 4

Зав. кафедрой _____  _____ Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «27» ноября 2015г., протокол № 3.

Председатель _____  _____ Мурлиева Ж.Х.


Рабочая программа дисциплины согласована:

Учебно-методическое управление

«3» декабря 2015г. _____  _____ Гасангаджиева А.Г.

Представитель работодателя

Зам. директора по техническим вопросам
ОАО «Завод Дагдизель»

«3» декабря 2015г. _____  _____ Халимбеков М.А.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Технология производства печатных плат» входит в *вариативную* часть дополнительной образовательного модуля «Проектирование и технология печатных плат» по программе подготовки высококвалифицированных специалистов для ОАО «Завод Дагдизель» по направлению 11.04.04. «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете и на ОАО «Завод Дагдизель» кафедрами экспериментальной физики и базовой междисциплинарной кафедрой ДГУ «Инновационные промышленные технологии».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с технологическими особенностями производства печатных плат для электронных структур.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных (ОПК-1 – ОПК-5), профессиональных - проектно-технологическая деятельность (ПК-1- ПК-14) и дополнительных профессиональных компетенций (ДПК-1, ДПК-2).

ДПК-1 - владеть навыками разработки и оформление проектной и рабочей технологической документации.

ДПК-2 - владеть методиками проектирования технологических процессов с применением пакетов прикладных программ проектирования

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов промежуточного контроля успеваемости в форме *рефератов (контрольные работы)* и в форме итогового контроля - *зачета и экзамена.*

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
9-12	216	20		52			144	Зачет, экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Технология производства печатных плат» является изучение сложного комплекса технологических процессов, оборудования и нормативных документов, необходимых для изготовления печатных плат электронной аппаратуры. Задачами изучения дисциплины является освоение современных технологий изготовления печатных плат для электронных средств, обеспечивающих высокий уровень технических и эксплуатационных характеристик и технологичности ЭС.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Технология производства печатных плат» входит в дополнительную образовательную программу для целевой подготовки специалистов для ОПК по направлению (специальности) 11.04.04. «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина базируется на предварительном изучении следующих дисциплин: Элементная база микро и нанoeлектроника, Схемотехника, Технология электронной компонентной базы, Проектирование печатных плат.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<i>общепрофессиональные компетенции</i>	<ul style="list-style-type: none">– способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);– способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ОПК-3);– способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- Состояние и перспективы научно-технической проблемы разработки технологических процессов производства материалов и изделий электронной и микросистемной техники.- Понимание современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий- Методы математического моделирования разрабатываемых структур, приборов или технологических процессов с целью оптимизации их

	<p>деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);</p> <ul style="list-style-type: none"> – готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5). 	<p>параметров.</p> <hr/> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области проектирования и технологии производства печатных плат для электронных средств. - Организовать работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений. <hr/> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методами метрологического обеспечения технологических процессов, выбора методов и средств контроля качества материалов и выпускаемой продукции, их сертификация.
<p>проектно-технологическая деятельность</p>	<ul style="list-style-type: none"> – способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-10); – способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы проектирования печатных плат, основные принципы разводки проводников печатных плат, реализации электромагнитной совместимости узлов радиоэлектронной аппаратуры, размещаемых на отдельных печатных платах и на единой печатной плате (одноплатная конструкция). - Методики проектирования технологических процессов с применением пакетов прикладных программ проектирования, методики оценки точности и надёжности технологических

	<p>систем технологической подготовки производства (ПК-11);</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники (ПК-12); - готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов (ПК-13); - готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства (ПК-14); - владеть навыками разработки и оформление проектной и рабочей технологической документации (ДПК-1). - владеть методиками проектирования 	<p>процессов.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы моделирования и оптимизации технологических процессов, принципы работы технологического оборудования, методы контроля технологических процессов, типовые технологические процессы сборочно-монтажного производства и производства печатных плат. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации. - Использовать технологии производства двухслойных и многослойных печатных плат. - осуществлять выбор технологического оборудования и используемых материалов; - анализировать и синтезировать технологические процессы и реализующие их технологические системы; - оптимизировать структуру и параметры технологических процессов; - применять автоматизированные системы управления технологическими процессами для повышения эффективности производства. <hr/> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками разработки и оформление проектной и рабочей технической документации
--	--	--

	технологических процессов с применением пакетов прикладных программ проектирования (ДПК-2)	технологического процесса производства печатных плат, контроля соответствия технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, применения современных инструментальных средств при разработке технологического цикла.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Технология изготовления печатных плат									
1	Основные проблемы технологии печатных плат.	9		2	4			6	Устный опрос
2	Типы печатных плат.	9		2	4			10	Письменный опрос
3	Технологические маршруты изготовления одно и двухсторонних печатных плат.	9		2	8			18	Подготовка реферата
4	Технологические маршруты изготовления многослойных печатных плат.	10		2	8			20	Подготовка реферата

5	Механическая обработка и получение защитного рельефа.	10		2	6			10	<i>Устный опрос</i>
6	Контроль технологии печатных плат.	10		2	4			14	<i>Устный опрос</i>
ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА									
7	Подготовка производства печатных плат.	11		2	4			20	<i>Собеседование</i>
8	Методы проектирования технологических процессов.	11		2	4			14	<i>Контрольная самостоятельная работа</i>
9	Элементная база, топология и конструкции гибридных и полупроводниковых интегральных микросхем.	12		2	8			20	<i>Подготовка реферата</i>
10	Технологическая документация.	12		2	2			12	<i>Собеседование</i>
	ИТОГО:			20	52			144	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Технология изготовления печатных плат (9-10 семестр).

Тема 1. Основные проблемы технологии печатных плат.

Общие сведения. Элементы системного анализа технологического процесса изготовления печатных плат. Проблемы выбора печатных материалов. Классификация методов изготовления печатных плат.

Тема 2. Типы печатных плат.

Односторонние печатные платы. Двухсторонние печатные платы. Многослойные печатные платы. Гибкие печатные платы. Рельефные печатные платы.

Тема 3. Технологические маршруты изготовления одно и двухсторонних печатных плат.

Химические и другие способы изготовления одно и двухсторонних печатных плат (химический негативный метод, химический позитивный метод и другие). Комбинированные методы изготовления двухсторонних печатных плат с металлизацией переходных отверстий. Комбинированный позитивный метод. Этапы комбинированного позитивного метода.

Преимущества и недостатки метода. Тентинг-метод. Электромеханический метод.

Тема 4. Технологические маршруты изготовления многослойных печатных плат.

Метод металлизации сквозных отверстий. Изготовление заготовок. Сборка пакета и прессование. Формирование рисунка на внешних слоях и металлизация отверстий.

Другие методы изготовления многослойных печатных плат. Метод попарного прессования. Этапы метода попарного прессования. Преимущества и недостатки метода. Метод послойного наращивания. Этапы метода послойного наращивания. Преимущества и недостатки метода. Химическая и металлическая гальванизация. Метод металлизации сквозных отверстий. Этапы изготовления МПП методом металлизации сквозных отверстий.

Методы получения печатных схем. Метод электрохимического осаждения. Метод переноса. Метод химического травления.

Тема 5. Механическая обработка и получение защитного рельефа.

Операции механической обработки. Получение заготовок и очистка поверхности. Оформление контура. Формирование защитного рельефа. Сеткография. Фоторезисты. Защитные паяльные маски. Маркировка.

Тема 6. Контроль в технологии печатных плат.

Разрушающие и неразрушающие методы контроля. Контроль режимов технологических операций. Контроль технологического процесса травления или осаждения металлов печатных плат и проверка качества нанесенного негативного изображения. Контроль проверки электрических и механических характеристик на соответствие заданным техническим условиям.

Основы технологической подготовки производства (11-12 семестр).

Тема 1. Подготовка производства печатных плат.

Основные функции системы технологической подготовки производства печатных плат. Изготовление фотошаблонов: фотоплоттеры, фильм-процессоры, лазерные граверы. Компьютерное моделирование основных и вспомогательных технологических процессов.

Тема 2. Методы проектирования технологических процессов.

Проектирование технологических процессов, как основная часть технологической подготовки производства.

Задачи технологической службы предприятия. Степени разработки технологического процесса в зависимости от вида производства. Выбор наиболее экономичного технологического процесса. Разделение выбранного варианта технологического процесса на операции, переходы. Расчет параметров по операциям технологических процессов.

Тема 3. Изучение элементной базы, топологии и конструкции гибридных и полупроводниковых интегральных микросхем.

Интегральная микросхема (ИМС). Полупроводниковая ИМС. Элементы и компоненты ИМС. Тонкопленочные и толстопленочные ИМС.

Гибридные ИМС. Корпус, плато, подложка ИМС. Микросборка ИМС. Конструкция и топология элементной базы ИМС.

Тема 4. Технологическая документация.

Технологическая документация для выполнения задач технологической подготовки производства. Структура стандартов Единой системы технологической документации (ЕСТД). Типы документации. Этапы создания, оптимизация комплекта документации, связь с технологичностью проектируемых технологических процессов, типом производства, экономические аспекты.

Темы практических занятий.

1. Технологии изготовления печатных плат.
2. Технологическая последовательность изготовления печатных плат
3. Методы получения печатных плат
4. Этапы стандартного субтрактивного метода.
5. Маршрут технологического процесса изготовления фотошаблонов для производства печатных плат современными методами.
6. Типы фотошаблонов, изготавливаемые на фотоэмульсионной пленке, для производства печатных плат негативным методом.
7. Типы фотошаблонов, изготавливаемые для производства слоев печатных плат негативным методом, с применением рабочих фотошаблонов на диазопленке.
8. Типы фотошаблонов, изготавливаемые для производства внутренних слоев печатных плат.
9. Описание ИМС.
10. Варианты элементов ПИМС для изучения топологии.
11. Принципиальные электрические схемы ИМС.
12. Технологический маршрут изготовления ОПП субтрактивным негативным методом с использованием пленочного фоторезиста.
13. Технологический маршрут изготовления ОПП субтрактивным позитивным методом с использованием металлорезиста.
14. Технологический маршрут изготовления ОПП субтрактивным негативным методом с трафаретной печатью рисунка.
15. Технологический маршрут изготовления ДПП позитивным методом с использованием металлорезиста.
16. Комбинированные методы изготовления двухсторонних печатных плат с металлизацией переходных отверстий.
17. Простые способы изготовления ДПП.
18. Элементы системного анализа технологических процессов изготовления печатных плат.
19. Проблемы выбора базовых материалов.
20. Комбинированные методы изготовления двухсторонних печатных плат с металлизацией переходных отверстий.

21. Тентинг-метод изготовления ДПП.
22. Электрохимический (полуаддитивный) метод изготовления ДПП.
23. Технологический маршрут изготовления МПП.
24. Метод металлизации сквозных отверстий.
25. Изготовление заготовок.
26. Сборка пакета и прессование.
27. Формирование рисунка на внешних слоях и металлизация отверстий.
28. Метод попарного прессования.
29. Метод послойного наращивания.
30. Химические и электрохимические процессы в технологии печатных плат.
31. Травление меди: выбор травителя и утилизация отходов.
32. Химическая металлизация.
33. Гальваническая металлизация.
34. Механическая обработка и получение защитного рельефа.
35. Операции механической обработки.
36. Получение заготовок и очистка поверхности.
37. Пробивка, сверление и прошивка отверстий.
38. Оформление контура: фрезерование, скрайбирование, штамповка, перфорирование.
39. Формирование защитного рельефа.
40. Сеткография: защитные краски.
41. Фоторезисты: сухие пленочные и жидкие.
42. Защитные паяльные маски: назначение и нанесение.
43. Маркировка: сеткография, фотоспособ и принтеры.
44. Контроль в технологии печатных плат.
45. Разрушающие и неразрушающие методы контроля плат.
46. Контроль режимов технологических операций.
47. Подготовка производства печатных плат.
48. Основные функции системы технологической подготовки производства печатных плат.
49. Изготовление фотошаблонов: фотоплоттеры, фильм-процессоры и лазерные граверы.
50. Компьютерное моделирование основных и вспомогательных технологических процессов.

5. Образовательные технологии

Образовательная технология – система, включающая в себя конкретное представление планируемых результатов обучения, форму обучения, порядок взаимодействия студента и преподавателя, методики и средства обучения, систему диагностики текущего состояния учебного процесса и степени обученности студента. При разработке образовательной программы для каждого модуля (учебной дисциплины) предусмотрены соответствующие технологии обучения, которые позволят обеспечить достижение планируемых результатов обучения.

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного, научного или производственного оборудования, с физическим моделированием и проведением экспериментов, являются:

- Информационные технологии.
- Работа в команде.
- Проблемное обучение.
- Контекстное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), лабораторная работа, практическое занятие, семинар, самостоятельная работа, консультация, курсовая работа, производственная практика, НИР и выпускная квалификационная работа.

Допускаются комбинированные формы проведения занятий:

- лекционно-практические занятия;
- лекционно-лабораторные занятия;
- лабораторно-курсовые проекты и работы.

Преподаватели самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

В рамках учебных курса будут предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Преподаватель дает указания по организации самостоятельной работы студентов, срокам сдачи курсового проекта, выполнения лабораторных работ и проведения тестирования.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной

дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, лабораторных работ, зачетов и экзаменов; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику курсовых работ/проектов, рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации магистров имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ООП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «**О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета**», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1, ОПК-3, ОПК- 4, ОПК-5, ПК-10	Знать: - Состояние и перспективы научно-технической проблемы разработки технологических процессов производства материалов и	Устный опрос, письменный опрос

	<p>изделий электронной и микросистемной техники.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Понимание современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий - Методы математического моделирования разрабатываемых структур, приборов или технологических процессов с целью оптимизации их параметров. 	
ПК-10, ПК-11, ПК- 12, ДПК-2.	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации. - Использовать технологии производства двухслойных и многослойных печатных плат. - осуществлять выбор технологического оборудования и используемых материалов; - анализировать и синтезировать технологические процессы и реализующие их технологические системы; - оптимизировать структуру и параметры технологических процессов; - применять автоматизированные системы управления технологическими процессами для повышения эффективности производства. 	Письменный опрос
ПК-12, ПК-13, ПК-14, ДПК-1	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками разработки и оформление проектной и рабочей технической документации технологического процесса производства печатных плат, контроля соответствия технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, 	Круглый стол, мини-конференция.

	применения современных инструментальных средств при разработке технологического цикла.	
--	--	--

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции

ОПК-1 – способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о современных проблемах производства печатных плат и методов их решения.	Знаком с современными проблемами производства печатных плат и методов их решения, проблемами выбора базовых материалов.	Показывает знания современных проблем производства печатных плат и методов их решения, проблем выбора базовых материалов для ОПП, ДПП и МПП.	Демонстрирует четкие знания современных проблем производства печатных плат и методов их решения, проблем выбора базовых материалов, владеет элементами системного анализа технологических процессов изготовления ОПП, ДПП и МПП

ОПК-3 – способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность);

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о работе в производственном коллективе, генерировании и обсуждении новых	Знаком с современными методами работы в производственном коллективе,	Показывает знания современных методов работы в производствен-	Демонстрирует четкие знания и навыки современных методов работы в

	идей.	генерировании и обсуждении новых идей.	ном коллективе, генерировании и обсуждении новых идей.	производственном коллективе, генерировании и обсуждении новых идей.
--	-------	--	--	---

ОПК-4 – способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о самостоятельном приобретении и использовании новых знаний в современных методах изготовления печатных плат.	Знаком с методами и приемами самостоятельного приобретения и использования новых знаний в области изготовления одно- и двухсторонних печатных плат.	Показывает знания современных методов и приемов самостоятельного приобретения и использования новых знаний в области технологических маршрутов изготовления ОПП, ДПП, МПП.	Демонстрирует четкие знания современных методов и приемов самостоятельного приобретения и использования новых знаний в области технологических маршрутов изготовления ОПП, ДПП, МПП, методов контроля в технологии печатных плат,

ОПК-5 – готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление об оформлении, докладе и аргументированной защите результатов выполненной работы по технологии печатных плат.	Знаком с современными методами и приемами оформления, докладе и аргументированной защите результатов выполненной работы по технологии	Показывает знания современных методов и приемов оформления, доклада и аргументированной защиты результатов выполненной работы по	Демонстрирует четкие знания современных методов и приемов оформления, доклада и аргументированной защиты результатов выполненной работы по

		печатных плат.	технологическим маршрутам изготовления ОПП, ДПП, МПП.	технологическим маршрутам изготовления ОПП, ДПП, МПП и методов контроля в технологии печатных плат,
--	--	----------------	---	---

ПК-10 - способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о разработке технического задания на проектирование технологических процессов производства печатных плат	Знаком с современными методами разработки технического задания на проектирование технологических процессов производства печатных плат.	Показывает знания современных методов разработки технического задания на проектирование технологических маршрутов изготовления ОПП, ДПП, МПП.	Демонстрирует четкие знания современных методов разработки технического задания на проектирование технологических маршрутов изготовления ОПП, ДПП, МПП, контроля в технологии печатных плат,

ПК-11 - способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о проектировании технологических процессов производства печатных плат с использованием автоматизированных систем технологической	Знаком с современными методами проектирования технологических процессов производства печатных плат с использованием автоматизиро-	Показывает знания современных методов проектирования технологических процессов производства печатных плат с использованием	Демонстрирует четкие знания современных методов проектирования технологических процессов производства печатных плат с использованием

	подготовки производства.	ванных систем технологической подготовки производства ОПП и ДПП	автоматизированных систем технологической подготовки производства ОПП, ДПП, МПП.	автоматизированных систем технологической подготовки производства ОПП, ДПП, МПП и контроля в технологии печатных плат,
--	--------------------------	---	--	--

ПК-12 – способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о разработке технологической документации на изготовление печатных плат.	Знаком с разработкой современных технологических маршрутов производства печатных плат.	Показывает знания в области разработки современных технологических маршрутов для производства ОПП, ДПП, МПП.	Демонстрирует четкие знания в области разработки современных технологических маршрутов изготовления ОПП, ДПП, МПП, методов контроля в технологии печатных плат,

ПК-13 – готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление об обеспечении технологичности печатных плат, оценке экономической эффективности технологических процессов.	Знаком с современными методами обеспечения технологичности печатных плат, оценке экономической эффективности технологических процессов	Показывает знания современных методов обеспечения технологичности печатных плат, оценке экономической эффективности технологических	Демонстрирует четкие знания современных методов обеспечения технологичности печатных плат, оценке экономической эффективности технологических

		изготовления ОПП, ДПП.	процессов изготовления ОПП, ДПП, МПП.	процессов изготовления ОПП, ДПП, МПП, методов контроля в технологии печатных плат,
--	--	---------------------------	---	--

ПК-14 – готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление об авторском сопровождении разрабатываемых технологических маршрутов изготовления печатных плат.	Знаком с осуществлением авторского сопровождения разрабатываемых технологических маршрутов изготовления печатных плат.	Показывает знания по осуществлению авторского сопровождения разрабатываемых технологических маршрутов изготовления различных видов печатных плат.	Демонстрирует четкие знания по осуществлению авторского сопровождения разрабатываемых технологических маршрутов изготовления одно – и многослойных печатных плат.

ДПК-1 – владеть навыками разработки и оформление проектной и рабочей технологической документации.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление об оформлении проектной и рабочей технологической документации.	Знаком с современными методами оформления проектной и рабочей технологической документации производства печатных плат.	Показывает знания современных методов оформления проектной и рабочей технологической документации производства ОПП, ДПП, МПП.	Демонстрирует четкие знания современных методов оформления проектной и рабочей технологической документации производства ОПП, ДПП, МПП, методов контроля в технологии

				печатных плат,
--	--	--	--	----------------

ДПК-2 – владеть методиками проектирования технологических процессов с применением пакетов прикладных программ проектирования.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о методиках проектирования технологических процессов изготовления печатных плат с применением пакетов прикладных программ проектирования.	Знаком с современными методиками проектирования технологических процессов изготовления печатных плат с применением пакетов прикладных программ проектирования.	Показывает знания современных методик проектирования технологических процессов изготовления печатных плат с применением пакетов прикладных программ проектирования.	Демонстрирует четкие знания современных методик проектирования технологических процессов изготовления печатных плат с применением пакетов прикладных программ проектирования, контроля в технологии печатных плат,

7.3. Типовые контрольные задания

7.3.1. Контрольные вопросы.

1. Технологии изготовления печатных плат.
2. Технологическая последовательность изготовления печатных плат
3. Методы получения печатных плат
4. Этапы стандартного субтрактивного метода.
5. Маршрут технологического процесса изготовления фотошаблонов для производства печатных плат современными методами.
6. Типы фотошаблонов, изготавливаемые на фотоэмульсионной пленке, для производства печатных плат негативным методом.
7. Типы фотошаблонов, изготавливаемые для производства слоев печатных плат негативным методом, с применением рабочих фотошаблонов на диазопленке.
8. Типы фотошаблонов, изготавливаемые для производства внутренних слоев печатных плат.
9. Описание ИМС.
10. Варианты элементов ПИМС для изучения топологии.
11. Принципиальные электрические схемы ИМС.
12. Технологический маршрут изготовления ОПП субтрактивным негативным методом с использованием пленочного фоторезиста.

13. Технологический маршрут изготовления ОПП субтрактивным позитивным методом с использованием металлорезиста.
14. Технологический маршрут изготовления ОПП субтрактивным негативным методом с трафаретной печатью рисунка.
15. Технологический маршрут изготовления ДПП позитивным методом с использованием металлорезиста.
16. Комбинированные методы изготовления двухсторонних печатных плат с металлизацией переходных отверстий.
17. Простые способы изготовления ДПП.
18. Элементы системного анализа технологических процессов изготовления печатных плат.
19. Проблемы выбора базовых материалов.
20. Комбинированные методы изготовления двухсторонних печатных плат с металлизацией переходных отверстий.
21. Тентинг-метод изготовления ДПП.
22. Электрохимический (полуаддитивный) метод изготовления ДПП.
23. Технологический маршрут изготовления МПП.
24. Метод металлизации сквозных отверстий.
25. Изготовление заготовок.
26. Сборка пакета и прессование.
27. Формирование рисунка на внешних слоях и металлизация отверстий.
28. Метод попарного прессования.
29. Метод послойного наращивания.
30. Химические и электрохимические процессы в технологии печатных плат.
31. Травление меди: выбор травителя и утилизация отходов.
32. Химическая металлизация.
33. Гальваническая металлизация.
34. Механическая обработка и получение защитного рельефа.
35. Операции механической обработки.
36. Получение заготовок и очистка поверхности.
37. Пробивка, сверление и прошивка отверстий.
38. Оформление контура: фрезерование, скрайбирование, штамповка, перфорирование.
39. Формирование защитного рельефа.
40. Сеткография: защитные краски.
41. Фоторезисты: сухие пленочные и жидкие.
42. Защитные паяльные маски: назначение и нанесение.
43. Маркировка: сеткография, фотоспособ и принтеры.
44. Контроль в технологии печатных плат.
45. Разрушающие и неразрушающие методы контроля плат.
46. Контроль режимов технологических операций.
47. Подготовка производства печатных плат.
48. Основные функции системы технологической подготовки производства печатных плат.

49. Изготовление фотошаблонов: фотоплоттеры, фильм-процессоры и лазерные граверы.

50. Компьютерное моделирование основных и вспомогательных технологических процессов.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях - 10 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 15 баллов.

Самостоятельная работа магистров включает защита рефератов, анализ и защита результатов НИР, разбор актуальных научных публикаций, подготовка к контрольным вопросам и др.

Контроль освоения студентом дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой системы в ДМ, включающих текущую, промежуточную и итоговую аттестации.

По результатам текущего и промежуточного контроля составляется академический рейтинг студента по каждому модулю и выводится средний рейтинг по всем модулям.

По результатам итогового контроля студенту засчитывается трудоемкость дисциплины в ДМ, выставляется дифференцированная отметка в принятой системе баллов, характеризующая качество освоения студентом знаний, умений и навыков по данной дисциплине.

В соответствии с учебным планом предусмотрен экзамен в 1-м семестре.

Формы контроля: текущий контроль, промежуточный контроль по модулю, итоговый контроль по дисциплине предполагают следующее распределение баллов.

Максимальное суммарное количество баллов по результатам текущей работы для каждого модуля – 40 баллов.

Промежуточный контроль освоения учебного материала по каждому модулю проводится преимущественно в форме тестирования.

Максимальное количество баллов за промежуточный контроль по одному модулю - 60 баллов. Результаты всех видов учебной деятельности за каждый модульный период оценивается рейтинговыми баллами.

Минимальное количество средних баллов по всем модулям, которое дает право студенту на положительные отметки без итогового контроля знаний:

- от 51 до 66 балла – удовлетворительно
- от 67 до 85 балла – хорошо
- от 86 до 100 балла – отлично
- от 51 и выше - зачет

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется преимущественно в форме тестирования по балльно-рейтинговой системе, максимальное количество которых равно – 100 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется в баллах. Удельный вес итогового контроля в итоговой оценке по дисциплине составляет 40%, среднего балла по всем модулям 60%.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. – М.: Издательство Инфра-М. 2014..
 2. Медведев А. Технология производства печатных плат. М.: Техносфера, 2005. 360 с.
 3. Шутов Д.А., Ситанов Д.В. Процессы микро- и нанотехнологий. Лаб. практикум. Ивановск. техн. ун-т., Иваново, 2006.
-

б) дополнительная литература:

4. В.П. Крылов. Технология и подготовка производства печатных плат. Изд-во Владимр. Гос ун-та. 2006.
 5. В.А. Овчинников, А.Н. Васильев, В.В. Лебедев. Автоматизация проектирования и технология производства печатных плат. Тверь, ТГГУ. 2009. 234 с.
-

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Интернет ресурсы:

www.elsevierscience.ru

www.edu.ru

www.window.edu.ru

www.nisrussia.ru

www.neicon.ru

www.springerlink.cjm.journsis

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.04.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить магистров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

В учебном процессе и проведении производственной практики будет использована материально-техническая база **базовой междисциплинарной кафедры ДГУ при ОАО «Завод Дагдизель»**.