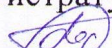


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

«СОГЛАСОВАНО»

Директор института
магистратуры и аспирантуры
 / Бодров О.А.

«__» _____ 20__ г

Заведующий кафедрой
 / Круглов С.А.

«__» _____ 20__ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / Корячко А.В.

«__» _____ 20__ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Направление подготовки

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

«Промышленная электроника»

Уровень подготовки

Магистратура

Квалификация выпускника – магистр


Форма обучения – очная, очно-заочная

Рязань, 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

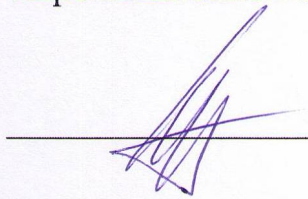
Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и микроэлектроника» (уровень магистратуры), утвержден 22 сентября 2017 г. № 959, зарегистрировано в Минюсте России 09 октября 2017г. № 48462.

Разработчики
доцент кафедры «Промышленной электроники»


Е.Ю. Грачев

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «28» 05 2020 г.,
протокол № 10

Заведующий кафедрой
«Промышленной электроники»


С.А. Круглов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы магистратуры

Рабочая программа по дисциплине «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ» разработана в соответствии с ФГОС ВО магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержден 22 сентября 2017 г. № 959, зарегистрировано в Минюсте России 09 октября 2017г. № 48462.

Цель освоения дисциплины «Современные технологии производства электронных устройств» является формирование у студентов твердых теоретических знаний и практических навыков в области технологии производства приборов и устройств электроники.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- изучение физических аспектов современных технологий производства приборов и устройств;
- знакомство с методами подготовки производства и изготовления электронных устройств;
- организация выполнения практических заданий и лабораторных работ.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-7	Готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	знать: нормативную и техническую документацию в части выполнения проектных работ по созданию электронных приборов, схем и устройств, современную компонентную базу и особенности технологических процессов производства устройств электроники, приборов и систем электронной техники. уметь: составлять технические задания на выполнение проектных работ электронных приборов и устройств, применять компьютерные средства моделирования электрических схем и проектирования устройств электроники, составлять технологические карты процессов производства устройства, приборы и системы электронной техники. владеть: современными средствами проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения. навыками в области проектирования современных электронных приборов и технологических

		процессов производства устройств электроники.
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные технологии производства электронных устройств» (Б1.В.ДВ.02.01) относится дисциплинам вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) магистратуры направления подготовки – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Данная дисциплина базируется на следующих дисциплинах учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»: «Физические основы электроники», «Приборы и методы контроля и диагностики в электронике», «Конструирование электронных устройств».

Дисциплина изучается магистрантами по очной и очно-заочной форме обучения на 2-м курсе, в 3-м семестре. Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению перечисленных выше предшествующих дисциплин ООП подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать: основные моменты в области аналитических методов диагностики состава и структуры материалов;

уметь: применять на практике основные приемы и программные средства конструирования приборов и устройств электроники.

владеть: знаниями в области материалов применяемых в электронной технике и методами конструирования электронных средств.

Дисциплина «Современные технологии производства электронных устройств» является основной для подготовки выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для очной и очно-заочной форм обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
				3	
Аудиторные занятия (всего)	30				
В том числе:					
Лекции	10			10	
Лабораторные работы (ЛР)	10			10	
Практические занятия (ПЗ)	10			10	
Семинары (С)					
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)					
Другие виды аудиторной работы					

Самостоятельная работа (всего)	69			69	
В том числе:					
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Расчетные задания					
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Контроль	9			9	
Вид промежуточной аттестации (зачет с оценкой)	зачет			зачет	
Общая трудоемкость час	108			108	
Зачетные Единицы Трудоемкости	3			3	
Контактная работа (по учебным занятиям)	30			30	

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

4.1 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам).

Тема 1. Введение.

Предмет дисциплины и ее задачи. Связь дисциплины с другими разделами дисциплинами специальности.

Тема 2. Современные технологии производства электронных устройств.

Этапы развития технологии электронных средств. Типы производств. Основные определения технологического процесса производства РЭА. Производственный процесс. Технологическое оснащение производства устройств электроники.

Тема 3. Методы изготовления печатных плат.

Классификация методов изготовления печатных плат. Материалы для производства печатных плат. Способы формирования рисунка схем: сеткографический и фотохимический. Технологии процессов химического травления и металлизации. Технология гальванического осаждения.

Тема 4. Технологии монтажа печатных плат.

Способы установки компонентов на печатную плату. Технологический процесс подготовки печатной платы к монтажу компонентов. Процесс пайки волной припоя. Способы выполнения электрических соединений.

Тема 5. Процессы сварки и пайки в электронном приборостроении.

Технологии подготовки поверхности. Понятие паяемости материалов. Способы активации процессов пайки. Критерии качества паяных соединений. Материалы для пайки. Флюсы. Припой. Очистные жидкости. Технология групповой пайки погружением. Пайка волной припоя. Пайка

концентрированными потоками энергии. Инфракрасная пайка. Схемы и основные параметры конденсаторной и ультразвуковой сварки. Сварка взрывом.

Тема 6. Технологическое оборудование микро- и наноэлектроники.

Оборудование для создания и исследования свойств объектов микро- и наноэлектроники. Электронно-лучевая технология. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Ионное плакирование. Лучевые методы литографии. Газофазная эпитаксия. Золь-гель технология. Создание высокоаспектных структур.

4.2. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

Очная и очно-заочная формы обучения

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, часы	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа обучающихся
			ЛК	ЛР	ПЗ	
1	Введение.	1	1	-	-	-
2	Современные технологии производства электронных устройств.	18	2	1	1	14
3	Методы изготовления печатных плат.	27	2	1	4	20
4	Технологии монтажа печатных плат.	19	2	2	1	14
5	Процессы сварки и пайки в электронном приборостроении.	17	1	2	2	12
6.	Технологическое оборудование микро- и наноэлектроники.	26	2	4	2	18
	ИТОГО:	108	10	10	10	78

Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Современные технологии производства электронных	Лабораторная работа	Средства технологического оснащения производства устройств электроники.	1

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
	устройств.	Практические занятия	Этапы производственного процесса.	1
2	Методы изготовления печатных плат	Лабораторная работа	Технологии процессов химического травления и металлизации.	1
		Практические занятия	Способы формирования рисунка схем: сеткографический и фотохимический.	4
3	Технологии монтажа печатных плат	Лабораторная работа	Способы выполнения электрических соединений.	2
		Практические занятия	Способы установки компонентов на печатную плату.	1
4	Процессы сварки и пайки в электронном приборостроении	Лабораторная работа	Технологии подготовки поверхности перед пайкой. Ультразвуковая очистка.	2
		Практические занятия	Критерии качества паяных соединений.	2
5	Технологическое оборудование микро- и нанoeлектроники	Лабораторная работа	Молекулярно-лучевая эпитаксия.	4
		Практические занятия	Создание высокоаспектных структур.	2

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Наименование тем, форма отчетности и трудоемкость самостоятельных занятий обучающихся

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Форма контроля	Трудоемкость, час
1	Современные технологии производства электронных	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Под-	14

	устройств.	готовка к ЛР, ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	
2	Методы изготовления печатных плат	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР, ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	20
3	Технологии монтажа печатных плат	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР, ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	14
4	Процессы сварки и пайки в электронном приборостроении	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР, ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	12
5	Технологическое оборудование микро- и нанoeлектроники	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР, ПЗ. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	18

Перечень методического обеспечения самостоятельной работы

1. Клюбин В.В. Физические основы микроэлектроники [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Клюбин. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 189 с. – 978-5-4486-0137-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71595.html>

2. Камлюк В.С. Технологическое оборудование для микроэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Камлюк, Д.В. Камлюк. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2014. – 392 с. – 978-985-503-369-2. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67752.html>

3. Каменская А.В. Основы технологии материалов микроэлектроники [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.В. Каменская. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 96 с. — 978-5-7782-1420-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45129.html>

4. Брусницына Л.А. Технология изготовления печатных плат [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Брусницына, Е.И. Степановских. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 200 с. — 978-5-7996-1380-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66137.html>

5. Бадьянов Б. Н. Сварочные процессы в электронном машиностроении: учебное пособие / Б. Н. Бадьянов, В. А. Давыдов, С. Г. Паршин. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 268 с.

6. Растворова И.И. Электроника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Растворова, В.Г. Терехов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2016. — 205 с. — 978-5-94211-763-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71712.html>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины.

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

7.1. Основная учебная литература:

1. Драгунов В.П. Микро- и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Драгунов, Д.И. Остертак. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 38 с. — 978-5-7782-2095-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45107.html>

2. Игнатов А.Н. Химико-технологические основы микро и наноэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Игнатов, И.В. Решетнева. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011. — 213 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45490.html>

3. Глушченко А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Глушченко, Е.П. Глушченко. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>

4. Материалы электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Гатчин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 112 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67263.html>

5. Малов Г.В. Печатные платы: выбор базовых материалов. – М.: Горячая линия – телеком, 2016. – 172 с.: ил.

7.2. Дополнительная учебная литература:

1. Данилина Т.И. Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.И. Данилина, И.А. Чистоедова. — Электрон. текстовые данные. —

Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. — 96 с. — 978-5-91191-202-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13950.html>

2. Физико-химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 64 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63530.html>

3. Формирование гетероструктур наноприборов методом молекулярно-лучевой эпитаксии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Д. Шашурин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 44 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31362.html>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Справочная правовая система «ГАРАНТ».
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС).
4. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.

Методически изучение дисциплины производится с применением активных форм проведения занятий с использованием *метода проектов* как эффективного приема изучения дисциплины.

Принятая технология активного обучения базируется на работе в аудитории, когда в процессе практических лабораторных занятий, дополняемых самостоятельной работой обучающихся, выполняется серия заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развить необходимые профессиональные и общекультурные компетенции обучающихся по данной дисциплине.

К каждому занятию, обучающемуся надо готовиться с помощью изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. В конце семестра при подготовке к аттестации студент

должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить, сформировав цельное представление о нем.

9.2. Описание последовательности действий обучающегося («сценарий изучения дисциплины»).

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на практическом и лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1) После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2) При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой по в библиотеке.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

- 1) компьютерный класс с набором лицензионного базового программного обеспечения;
- 2) мультимедийная аудитория;
- 3) система Moodle для проведения дистанционного обучения и консультаций.

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

Для освоения дисциплины необходимы:

- 1) лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;
- 2) компьютерный класс с отдельными рабочими местами для каждого студента.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОНИКИ»**

Фонд оценочных средств – это совокупность учебно-методических материалов, предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль по дисциплине проводится в виде проверки знаний, тестовых опросов по отдельным темам дисциплины, проверки заданий, выполняемых самостоятельно и на лабораторных занятиях, а также экспресс – опросов по изученному материалу.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет по вопросам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. Оценочным средством контроля качества самостоятельной подготовки обучающихся и степени усвоения учебного материала служит курсовая работа. При оценивании (определении) результатов освоения дисциплины применяется традиционная система зачет-незачет. Оценка незачет автоматически выставляется в случае, если студент не выполнил в срок, предусмотренный учебным графиком, практические задания и лабораторные работы.

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

<i>№ п/п</i>	<i>Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)</i>	<i>Код контролируемой компетенции (или её части)</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>
1	Современные технологии производства электронных устройств.	ПК-7	Зачет
2	Методы изготовления печатных плат	ПК-7	Зачет

3	Технологии монтажа печатных плат	ПК-7	Зачет
4	Процессы сварки и пайки в электронном приборостроении	ПК-7	Зачет
5	Технологическое оборудование микро- и нанoeлектроники	ПК-7	Зачет

Типовые контрольные вопросы к зачету

1. Этапы развития технологии радиоэлектронных средств.
2. Типы производств.
3. Основные определения процессов и операций технологии производства РЭА
4. Этапы производственного процесса
5. Технологические процессы изготовления печатных плат
6. Средства технологического оснащения производства РЭА
7. Оборудование для сверления отверстий при производстве РЭА. Лазерное сверление отверстий.
8. Технология изготовления печатных плат. Классификация печатных плат.
9. Технология изготовления печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат.
10. Технология изготовления печатных плат. Многослойные печатные платы.
11. Технология изготовления печатных плат. Подготовка поверхности
12. Технология изготовления печатных плат. Методы получения рисунка схем. Офсетная печать.
13. Технология изготовления печатных плат. Методы получения рисунка схем. Лазерное формирование рисунка схемы.
14. Технология изготовления печатных плат. Методы получения рисунка схем. Сеткографический метод. Сущность сеткографического метода.
15. Технология изготовления печатных плат. Методы получения рисунка схем. Сеткографический метод. Материалы сеток.
16. Технология изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем. Фотохимический метод.
17. Технология изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем. Субтрактивный метод.
18. Технология изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем. Аддитивный метод.
19. Технология изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем. Производство многослойных печатных плат.
20. Технология изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем. Процесс химического травления.
21. Технология изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем. Травители для меди. Электрохимический процесс травления.

22. Технология изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем. Технология химической и электрохимической металлизации.
23. Технологии химической и электрохимической металлизации. Влияние различных факторов на рост пленки.
24. Технологии химической и электрохимической металлизации. Подготовка поверхности.
25. Сборка и монтаж компонентов на печатных платах. Виды сборки (ручная, механизированная, автоматизированная)
26. Сборка и монтаж компонентов на печатных платах. Пенное и волновое флюсование выводов. Технологический процесс монтажа компонентов на печатной плате.
27. Физико-химические основы пайки. Подготовка поверхности.
28. Физико-химические основы пайки. Активация соединяемых металлов.
29. Физико-химические основы пайки. Взаимодействие металла с припоем. Кристаллизация.
30. Материалы для пайки. Флюсы. Припой. Очистные жидкости.
31. Технология групповой пайки. Пайка погружением. Пайка волной припоя.
32. Технология групповой пайки. Инфракрасная пайка. Лазерная пайка.
33. Сварка металлов. Технология сварки. Ультразвуковая сварка.
34. Сварка металлов. Термокомпрессионная сварка. Сварка взрывом.
35. LIGA-технология для создания микросистемной техники. Основы процесса.
36. LIGA-технология для создания микросистемной техники. Принципы изготовления рентгеношаблонов.
37. LIGA-технология для создания микросистемной техники. Принципы построения LIGA-станции.
38. Электронно-лучевая технология. Формирование электронных лучей.
39. Электронно-лучевая технология. Общие принципы построения электронных пушек.
40. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Суть метода.
41. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Устройство установки и принцип действия. Рабочий объем установки.
42. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Подготовка подложки. Понятие диффузионной ячейки.
43. МОС-гидридная и газофазная эпитаксия. Технологические особенности ГФЭ.
44. Жидкофазная эпитаксия. Технологические особенности ЖФЭ.

Формы текущего контроля

Текущий контроль качества усвоения знаний студентами по дисциплине проводится в виде тестовых опросов по отдельным темам дисциплины, проверки заданий, выполняемых самостоятельно и на практических лабораторных занятиях, а также экспресс – опросов и заданий по ла-

бораторным работам. Учебные пособия, рекомендуемые для самостоятельной работы и подготовки к лабораторным занятиям обучающихся по дисциплине, содержат необходимый теоретический материал в краткой форме.

Формы промежуточного контроля

Формой промежуточного контроля по дисциплине является зачет. К зачету допускаются только обучающиеся, полностью выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом и настоящей рабочей программой. Форма проведения зачета – устный ответ, по утвержденным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

Критерии оценки компетенций обучающихся и шкалы оценивания

Оценка степени формирования указанных выше контролируемых компетенций у обучающихся на различных этапах их формирования проводится преподавателем во время лекций, консультаций и лабораторных занятий по шкале оценок зачет-незачет. Формирование у обучающихся во время обучения в семестре указанных выше компетенций на этапах лабораторных занятий и самостоятельной работы оценивается по критериям шкалы оценок зачет-незачет.

Освоение материала дисциплины и достаточно высокая степень формирования контролируемых компетенций обучающегося (эффективное и своевременное выполнение всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом и настоящей программой) служат основанием для допуска обучающегося к этапу промежуточной аттестации - зачету.

Целью проведения промежуточной аттестации (зачета) является проверка профессиональных компетенций, приобретенных студентом при изучении дисциплины по вопросам, *сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.*

Уровень теоретической подготовки студента определяется составом и степенью формирования приобретенных компетенций, усвоенных теоретических знаний и методов.

Применяются следующие критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень усвоения материала, предусмотренного программой;
- умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;
- полнота, аргументированность, убежденность ответов на вопросы;
- качество ответа (общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция);
- использование дополнительной литературы при подготовке к этапу промежуточной аттестации.

Оценочные средства составил:

к.т.н., доцент каф. ПЭЛ

Е.Ю. Грачев

Зав. кафедрой ПЭЛ

к.т.н., доцент.

С.А. Круглов