

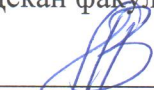
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра промышленной электроники

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета электроники



/ Верещагин Н.М.

«__» _____ 20__ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД



/ Корячко А.В.

«__» _____ 20__ г



Заведующий кафедрой ПЭЛ



/ Круглов С.А.

«__» _____ 20__ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01. «Тонкопленочные структуры в электронике»

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль) подготовки

Промышленная электроника

Уровень подготовки

бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА № 927 от 19.09.2017 г.

Разработчик
доцент кафедры ПЭл  Гололобов Г.П.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПЭл 28 мая 2020 г. (протокол № 10).

Заведующий кафедрой ПЭл  Круглов С.А.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Тонкопленочные структуры в электронике» является формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний и практических навыков в части изучения основ электрохимических и физико-химических методов получения тонкопленочных структур металлов и сплавов применительно к химии, теоретической и прикладной электрохимии, материаловедению; в выработке умения выбрать оптимальную методику анализа и грамотно оценить полученный результат.

Задачи дисциплины:

- 1) получение и закрепление теоретических и практических знаний в области физических и физико-химических явлений и процессов, лежащих в основе наиболее важных методов исследования состава, структуры и свойств материалов и покрытий и явлений в них;
- 2) понимание принципов работы и устройства типовых приборов и аппаратуры, используемых в данных методах, способов приготовления и подготовки образцов, обработки и анализа регистрируемых характеристик и источников возможных ошибок, определения точности экспериментов и их ограничений;
- 3) приобретение знаний и навыков по оценке возможностей методов и их практическому использованию в получении тонкопленочных структур различной природы, изучению процессов и явлений в них.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Тонкопленочные структуры в электронике» является обязательной, относится к вариативной части блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата «Промышленная электроника» направления подготовки академического бакалавриата 11.03.04 Электроника и наноэлектроника ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 4 курсе в 7 семестре.

В результате изучения дисциплины «Тонкопленочные структуры в электронике» студент должен

знать:

- основные понятия технологии плёночных изделий в электронике;
- методы осаждения тонких пленок, процессы роста тонкопленочных покрытий;
- область применения плёнок и плёночных структур в электронике;
- требования к контактным покрытиям;
- методы и технологии формирования рисунка интегральных микросхем;
- методы придания плёнкам требуемых свойств.

владеть:

- методами количественного структурного анализа, контроля качества и определения характеристик материалов и покрытий, а также основами сертификации материалов и покрытий;
- терминологией в области физических и физико-химических методов осаждения тонких пленок;
- навыками представления результатов исследования в форме научных отчетов, публикаций, презентаций.

уметь:

- составлять технологический маршрут изготовления тонкопленочных и полупроводниковых микросхем;
- проводить необходимые эксперименты, получать результаты, обрабатывать и анализировать их в рамках метода;

- подбирать материалы по их назначению и условиям эксплуатации для выполнения работ;
- эксплуатировать контрольно-измерительное измерительное оборудование для измерения параметров и характеристик материалов для производства изделий электроники
- оценивать поведение материала и причины отказов устройств электроники при воздействии на них различных эксплуатационных факторов: обоснованно выбирать материал и при необходимости его обработку для получения необходимой структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность элементов электронной техники.

Взаимосвязь с другими дисциплинами. Освоение дисциплины «Тонкопленочные структуры в электронике» базируется на изучении студентом дисциплин: математики, информатики, физики, химии, материаловедения, технологии материалов и покрытий, метрологии, стандартизации и сертификации.

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков бакалавриата для успешной профессиональной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения		
Исследовательская деятельность	ПК-1 Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ИД-1 ПК-1 Знать: основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. ИД-2 ПК-1 Уметь: выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. ИД-3 ПК-1 Владеть: способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.
	ПК-8 Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ИД-1 ПК-8 Знать: принципы работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники. ИД-2 ПК-8 Уметь: выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники. Проектировать

		тонкопленочные и полупроводниковые микросхемы и представлять отчеты по результатам исследований. ИД-3 ПК-8 Владеть: навыками выполнения работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.
--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах (ЗЕ) с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕ), 72 часа.

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	72	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	32	-	-
Лекции	16	-	-
Лабораторные работы	16	-	-
Практические занятия	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	40	-	-
Курсовая работа / курсовой проект	-	-	-
Подготовка к экзамену, консультации	-	-	-
Контроль	9	-	-
Иные виды самостоятельной работы	31	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	Зачет	-	-

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Тема 1. Основные понятия технологии плёночных изделий.

Этапы развития и направления современной электроники. Применение плёнок и плёночных структур в электронике. Этапы разработки и изготовления плёночных изделий. Классификация методов нанесения плёнок и структур.

Тема 2. Физические методы нанесения плёнок.

Термовакuumное испарение. Теория и механизмы. Катодное распыление. Механизм катодного распыления. Конденсация материала при катодном распылении. Техника катодного распыления. Нанесение плёнок методом электрического взрыва вещества. Механические методы нанесения плёнок.

Тема 3. Химические методы нанесения плёнок.

Гальваническое нанесение плёнок. Химическое осаждение в электролитах. Нанесение плёнок электрохимическим анодированием. Плазмохимические методы

нанесения плёнок. Способы нанесения и формирования наноструктур.

Тема 4. Функциональные материалы и покрытия в электронике.

Газопоглотительные покрытия и материалы. Эрозионно-стойкие покрытия электродов. Покрытия с высоким коэффициентом ион-электронной эмиссии. Электроизоляционные покрытия.

Тема 5. Контактные покрытия герконов.

Требования к контактными покрытиям (структура, фазовый состав, физико-механические и другие свойства). Технологии нанесения контактных покрытий. Покрытия на основе тугоплавких металлов. Покрытия на основе золота. Многослойные покрытия. Барьерные слои.

Тема 6. Тонкопленочные фотоэлементы.

Фотоэлементы на основе кристаллических пленок кремния. Технологический процесс изготовления тонкопленочных фотоэлементов. Просветление тонкопленочных фотоэлементов.

Тема 7. Получение рисунка интегральных схем.

Фотолитография. Способы экспонирования. Фотошаблоны и технология их получения. Оптические эффекты при фотолитографии. Методы и технология формирования рисунка интегральных микросхем.

Тема 8. Свойства плёнок и структур.

Физические свойства плёнок. Электрические свойства плёнок. Электропроводность толстых плёнок. Методы придания плёнкам требуемых свойств. Модифицирование плёнок. Полная вольт-амперная характеристика структур.

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

Очная форма обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	Лекции	и Практика	Лабораторные	
1	Основные понятия технологии плёночных изделий	4	2	2	-	-	2
2	Физические методы нанесения плёнок	6	2	2	-	-	4
3	Химические методы нанесения плёнок	12	6	2	-	4	6
4	Функциональные материалы и покрытия в электронике	10	6	2	-	4	4
5	Контактные покрытия герконов	10	4	2	-	2	6
6	Тонкопленочные фотоэлементы	8	4	2	-	2	4
7	Получение рисунка	12	6	2	-	4	6

	интегральных схем						
8	Свойства плёнок и структур	6	2	2	-	-	4
9	Консультации в семестре	4	-	-	-	-	4
	Всего:	72	32	16	-	16	40

Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Основные понятия технологии плёночных изделий	Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету.	2
2	Физические методы нанесения плёнок	Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету.	4
3	Химические методы нанесения плёнок	Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчетов.	6
		Лабораторная работа	Получение тонких плёнок Ni-W электрохимическим анодированием. Изучение свойств полученных покрытий.	4
4	Функциональные материалы и покрытия в электронике	Лабораторная работа	Получение экспериментальных образцов газопоглотительных покрытий (TiO ₂ , Al ₂ O ₃). Исследование функциональных характеристик полученных экспериментальных образцов газопоглотительных покрытий.	4
		Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчетов.	4
5	Контактные покрытия герконов	Лабораторная работа	Получение экспериментальных образцов контактных покрытий на основе тугоплавких металлов (Co-W, Ni-Mo).	2
		Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	6
6	Тонкопленочные фотоэлементы	Лабораторная работа	Изучение оптических характеристик солнечного элемента (спектрального отклика солнечного элемента)	2

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
		Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	4
7	Получение рисунка интегральных схем	Лабораторная работа	Получение рельефа требуемой конфигурации в диэлектрических и металлических пленках, нанесенных на поверхность полупроводниковых или диэлектрических подложек методом фотолитографии.	4
		Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета	6
8	Свойства плёнок и структур	Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к зачету.	4

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Физические основы оптоэлектронной техники. Солнечная энергетика / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Карabanов С.М., Суворов Д.В., Сливкин Е.В., Гололобов Г.П., Тарабрин Д.Ю., Уточкин И.Г. Рязань, 2015. 48 с.

2. Электрохимический синтез тугоплавких металлов: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. Ун-т; сост.: Г.П. Гололобов, М.А. Серпова. Рязань, 2020. 25 с.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная учебная литература:

1) Данилина Т.И. Технология тонкопленочных микросхем / Учебное пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2006. — 164 с.

2) Технология материалов и изделий электронной техники. Плёночная электроника: учеб. пособие/ С.М. Карabanов, А.Е. Чижиков; Рязан. гос. радиотехн. ун - т. Рязань, 2009. - 128 с.

3) Технология тонких пленок: Справочник / Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга. — М.: Сов. радио, 1977. — Т.1. — 662 с.

4) Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы: учеб. пособие. - М.: Физматлит, 2006. - 424 с.

- 5) Нанотехнологии в электронике /под ред. К.Р. Чаплыгина. М.: Техносфера, 2005. 446 с.
- 6) Шик А.Я., Бакуева Л.Г., Мусихин С.Ф., Рыков С.А. Физика низкоразмерных систем/ под ред. А.Я. Шика. – С-Пб.: Наука, 2001. 156 с.

Дополнительная учебная литература:

- 1) Броддай И., Мерей Дж. Физические основы микротехнологии. - М.: Мир, 1985. 494 с.
- 2) Черняев В.Н. Физико-химические процессы в технологии РЭА. - М.: Высшая школа, 1987. - 375 с.
- 3) Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии: учеб. пособие /пер. с англ.Ю.И. Головина. -2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2006. - 336 с.
- 4) Штернов А.А. Физические основы конструирования, технологии РЭА и микроэлектроники. - М.: Радио и связь, 1981. - 248 с.
- 5) Аброян И.А., Андронов А.Н., Титов А.И. Физические основы электронной и ионной технологии. - М.: Высшая школа, 1984. - 320 с.
- 6) Колобов Н.А. Основы технологии электронных приборов. - М.: Высшая школа, 1980. - 288 с.
- 7) Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники /учеб. пособие. - М.: Логос; Физ.-мат. книга, 2006. - 494 с.
- 8) Иваненков Г.В. и др. Динамика плазмы взрывающихся проволочек /ЖЭТФ. 1994. Т. 114. Вып. 4(10). С. 1216-1229.
- 9) Карабанов С. М., Локштанова О. Г. Исследование комплексного состава сульфаматных электролитов рутенирования/ Журнал прикладной химии. Т. 81. Вып. 6. 2008. С. 961 – 964.
- 10) Безрядин Н.Н. и др. Получение тонких плёнок полупроводниковых соединений в квазизамкнутом объёме /ПТЭ. №5. 1998.С. 150-153.
- 11) Чижиков А.Е. и др. Исследование возможности получения плёнок равномерной толщины на подложках больших размеров //Электронная техника. Сер. 7. ТОПО. Вып. 6 (133). 1985. С. 13-16.
- 12) Фурман Ш.А. Тонкослойные оптические покрытия. — Л.: Машиностроение, 1977. — 264 с.
- 13) Парфенов О.Д. Технология микросхем. — М.: Высшая школа, 1986. — 315 с.

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для освоения дисциплины необходимы:

- 1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;
- 2) для проведения лекций аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.
- 3) для проведения лабораторных занятий необходим класс персональных компьютеров с отдельными рабочими местами для каждого студента. На персональных компьютерах должно быть установлено специализированное программное обеспечение;
- 4) Для проведения лабораторных занятий необходимы специализированные лаборатории, оснащенные приборами, необходимыми для выполнения работ из всех разделов курса.

9. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт кафедры промышленной электроники РГРТУ: <http://www.rsreu.ru/faculties/fe/kafedri/pel>
2. Система дистанционного обучения РГРТУ: <http://cdo.rsreu.ru/>
3. Информационная образовательная среда РГРТУ: <https://edu.rsreu.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks»: <https://iprbookshop.ru/>
5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: <https://www.e.lanbook.com>
6. Электронная библиотека РГРТУ: <http://elib.rsreu.ru/>

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Перед началом проведения лабораторных работ необходимо ознакомиться с методическими указаниями к лабораторным работам. Обязательное условие успешного освоения курса – большой объём самостоятельно проделанной работы.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю в ходе подготовки к практическому занятию и теоретическому зачету.

Изучение методических указаний к лабораторной работе – 2 часа перед выполнением лабораторной работы и в ходе разработки проекта и 2 часа для оформления отчета, анализа полученных результатов в ходе выполнения лабораторной работы и подготовки к сдаче работы.

Перед выполнением практического занятия и лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с заданием. Перед сдачей работы рекомендуется ознакомиться со списком вопросов изучаемой темы и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу.

Кроме чтения учебной литературы из обязательного списка рекомендуется активно использовать информационные ресурсы сети Интернет по изучаемой теме. Ответы на многие вопросы, связанные с методами исследования состава и структуры поверхности можно получить в сети Интернет, посещая соответствующие информационные ресурсы.

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

- закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;
- углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;
- освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний в области исследования состава и структуры поверхности;

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, практических и лабораторных занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к экзамену и защите курсового проекта. Кроме «заучивания» материала зачета, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы или графики. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий до состояния понимания материала.

к.т.н., доц. кафедры ПЭл

Гололобов Г.П.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании
кафедры ПЭл (протокол № ___ от «__» _____ г.)

Зав. кафедрой ПЭл
к.т.н., доц.

Круглов С.А.

**Оценочные материалы по дисциплине
Б1.В.ДВ.01.01. «Тонкопленочные структуры в электронике»**

Фонд оценочных средств – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), 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 успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся: на занятиях; по результатам выполнения контрольной работы; по результатам выполнения обучающимися индивидуальных заданий; по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов. При оценивании (определении) результатов освоения дисциплины применяется традиционная система (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

По итогам курса обучающиеся сдают зачет. Форма проведения зачета – устный ответ, по утвержденным вопросам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Основные понятия технологии плёночных изделий	ПК-1, ПК-8	Зачет
2.	Физические методы нанесения плёнок	ПК-8	Зачет
3.	Химические методы нанесения плёнок	ПК-8	ЛР Зачет
4.	Функциональные материалы и покрытия в электронике	ПК-8	ЛР, Зачет
5.	Контактные покрытия герконов	ПК-8	ЛР, Зачет
6.	Тонкопленочные фотоэлементы	ПК-8	Зачет
7.	Получение рисунка интегральных схем	ПК-1, ПК-8	ЛР, Зачет
8.	Свойства плёнок и структур	ПК-1, ПК-8	Зачет

Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1) Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2) Умение анализировать материал, устанавливая причинно-следственные связи.
- 3) Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, умение.
- 4) Качество ответа (его общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция).
- 5) Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме бальной отметки:

Оценка «Отлично»	заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.
Оценка «Хорошо»	заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Оценка «Удовлетворительно»	заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Оценка «Неудовлетворительно»	выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
Оценка «зачтено»	выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из

	<p>разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.</p> <p>Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.</p> <p>Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на практических занятиях.</p>
Оценка «не зачтено»	<p>выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у студента нет.</p> <p>Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.</p>

Типовые контрольные задания или иные материалы

Вопросы к зачету по дисциплине «Тонкопленочные структуры в электронике»:

1. Этапы развития и направления современной электроники.
2. Применение плёнок и плёночных структур в электронике.
3. Этапы разработки и изготовления плёночных изделий.
4. Классификация методов нанесения плёнок и структур.
5. Термовакuumное испарение. Теория и механизмы.
6. Катодное распыление. Механизм катодного распыления.
7. Конденсация материала при катодном распылении. Техника катодного распыления.
8. Нанесение плёнок методом электрического взрыва вещества.
9. Механические методы нанесения плёнок.
10. Гальваническое нанесение плёнок.
11. Химическое осаждение в электролитах.
12. Нанесение плёнок электрохимическим анодированием.
13. Плазмохимические методы нанесения плёнок.
14. Способы нанесения и формирования наноструктур.
15. Газопоглощающие покрытия и материалы.
16. Эрозионно-стойкие покрытия электродов.
17. Покрытия с высоким коэффициентом ион-электронной эмиссии.
18. Электроизоляционные покрытия.
19. Требования к контактными покрытиям (структура, фазовый состав, физико-механические и другие свойства).
20. Технологии нанесения контактных покрытий.
21. Покрытия на основе тугоплавких металлов.
22. Покрытия на основе золота.
23. Многослойные покрытия. Барьерные слои.
24. Фотоэлементы на основе кристаллических пленок кремния.
25. Технологический процесс изготовления тонкопленочных фотоэлементов.
26. Просветление тонкопленочных фотоэлементов.
27. Фотолитография.

28. Способы экспонирования.
29. Фотошаблоны и технология их получения.
30. Оптические эффекты при фотолитографии.
31. Методы и технология формирования рисунка интегральных микросхем.
32. Физические свойства плёнок.
33. Электрические свойства плёнок.
34. Электропроводность толстых плёнок.
35. Методы придания плёнкам требуемых свойств.
36. Модифицирование плёнок.
37. Полная вольт-амперная характеристика структур.

Типовые задания для самостоятельной работы

- 1) Чтение и анализ научной литературы по темам и проблемам курса.
- 2) Конспектирование, аннотирование научных публикаций.
- 3) Рецензирование учебных пособий, монографий, научных статей, авторефератов.
- 4) Анализ нормативных документов и научных отчётов.
- 5) Реферирование научных источников.
- 6) Сравнительный анализ научных публикаций, авторефератов и др.
- 7) Разработка методов исследования и исследовательских методик и др.
- 8) Подготовка выступлений для коллективной дискуссии.

Оценочные средства составил
к.т.н., доц. кафедры ПЭЛ

Гололобов Г.П.

Зав. кафедрой ПЭЛ
к.т.н., доц.

Круглов С.А.