**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# УЧЕБНО-ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (УПД-3)

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра физической электроники (ФЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Практические занятия | 56 | 56 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 56 | 56 | часов |
| Самостоятельная работа | 88 | 88 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 6 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 62565

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. приобретение практических навыков по исследованию свойств и определению электрических параметров элементов и приборов микроэлектроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. провести серию научно-исследовательских работ в области элементов и приборов микроэлектроники различного функционального назначения с целью определения их электрических характеристик и параметров.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль технологического предпринимательства (minor).
Индекс дисциплины: Б1.В.03.ДВ.03.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПКР-2. Готов проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники | ПКР-2.1. Знает методы синтеза наноматериалов и компонентов | Знает основные технологии изготовления элементов и приборов микро- и наноэлектроники |
| | ПКР-2.2. Умеет выбрать и применить метод анализа материалов и компонентов микро- и наносистемной техники | Умеет выбирать методику проведения исследований элементов и приборов микроэлектроники и микросистемной техники |
| | ПКР-2.3. Владеет основными методиками постановки и проведения экспериментальных исследований | Владеет основными методиками постановки и проведения экспериментальных исследований в области микроэлектроники и микросистемной техники |

Согласована на портале № 62565

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-3. Готов анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций | ПКР-3.1. Знает стандарты по оформлению и представлению экспериментальных результатов | Знает основные стандарты по оформлению и представлению экспериментальных результатов в виде научных отчетов |
| | ПКР-3.2. Умеет проводить анализ и систематизацию результатов исследований | Умеет проводить обработку и анализ экспериментальных данных, представлять материалы в виде научных отчетов |
| | ПКР-3.3. Владеет навыками работы в программах по оформлению научно-технической документации | Владеет навыками работы в программах по оформлению и представлению научно-технической документации в виде отчетов, публикаций, презентаций |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 56 | 56 |
| Практические занятия | 56 | 56 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 88 | 88 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 24 | 24 |
| Подготовка к тестированию | 26 | 26 |
| Подготовка к защите отчета по практическому занятию | 38 | 38 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| 1 Введение | 4 | 10 | 14 | ПКР-2, ПКР-3 |
| 2 Тонкие пленки в микроэлектронике | 52 | 78 | 130 | ПКР-2, ПКР-3 |
| Итого за семестр | 56 | 88 | 144 | |
| Итого | 56 | 88 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Согласована на портале № 62565

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Введение | Цели и задачи курса. Техника безопасности при работе с электроизмерительным оборудованием. Методики проведения измерений и исследований. | - | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 2 Тонкие пленки в микроэлектронике | Исследование тонких пленок нанесенных различными методами и при различных режимах. Определение толщины пленок. Определение поверхностного и удельного сопротивления металлических пленок. Определение температурного коэффициента сопротивления тонких металлических пленок. Влияние отжига в различных средах на параметры тонких металлических пленок. Определение адгезии тонких металлических пленок, нанесенных различными методами. Определение диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь тонких диэлектрических пленок. Влияние отжига в различных средах на параметры диэлектрических пленок. Исследование частотных свойств диэлектрических пленок. Определение механизма электропроводности и энергии активации тонких диэлектрических пленок. | - | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| Итого за семестр | | - | |
| Итого | | - | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Введение | Разработка, расчет и построение измерительных схем | 4 | ПКР-3 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 62565

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Тонкие пленки в микроэлектронике | Исследование поверхностного сопротивления тонких металлических пленок, нанесённых термическим испарением в вакууме | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Исследование поверхностного сопротивления тонких металлических пленок, нанесённых методом магнетронного распыления | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Определение толщины тонких металлических пленок. Определение удельного объемного сопротивления. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Определение температурного коэффициента сопротивления тонких металлических пленок, нанесенных различными методами | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Исследование влияния отжига в различных средах не величину поверхностного сопротивления и ТКС металлических пленок, полученных разными методами | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Исследование влияния пластической деформации на сопротивление тонких пленок. Тензорезистивный эффект. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Исследование влияния продольного и поперечного среза на величину поверхностного сопротивления. Плавная и ступенчатая подгока сопротивлений. Исследование конструкций подгоняемых тонкопленочных резисторов. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Исследование адгезии тонких металлических пленок, нанесенных различными методами. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Исследование тонких металлических пленок на газочувствительность. Разработка и создание газочувствительных датчиков на основе однослойных и многослойных тонких металлических пленок. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Определение удельной мощности рассеяния тонких металлических пленок, нанесенных различными методами | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь тонких диэлектрических пленок. Исследование пробоя в тонких диэлектрических пленках | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Исследование влияния отжига тонких диэлектрических пленок в различных средах на их диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь. Исследование частотных свойств диэлектрических пленок. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Определение механизма электропроводности и энергии активации тонких диэлектрических пленок. | 4 | ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 52 | |
| Итого за семестр | | 56 | |
| Итого | | 56 | |

**5.4. Лабораторные занятия**

Согласована на портале № 62565

Не предусмотрено учебным планом

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| 1 Введение | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Тонкие пленки в микроэлектронике | Подготовка к зачету с оценкой | 20 | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 20 | ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Подготовка к защите отчета по практическому занятию | 38 | ПКР-2, ПКР-3 | Защита отчета по практическому занятию |
| | Итого | 78 | | |
| Итого за семестр | | 88 | | |
| Итого | | 88 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | Формы контроля |
|---|---|---|---|
| | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ПКР-2 | + | + | Зачёт с оценкой, Защита отчета по практическому занятию, Тестирование |
| ПКР-3 | + | + | Зачёт с оценкой, Защита отчета по практическому занятию, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 62565

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 10 | 15 | 15 | 40 |
| Защита отчета по практическому занятию | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 30 | 35 | 35 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 65 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Смирнова, Клара Ивановна. Тонкие пленки в микроэлектронике : Учебное пособие для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника". - Томск : ТУСУР , 2007. - 109 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Данилина, Тамара Ивановна. Ионно-плазменные технологии в производстве СБИС : Учебное пособие. - Томск : Издательство ТУСУР , 2000. - 140 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

3. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [] : учебное пособие для вузов: в 2 т. / ред. Ю. Н. Коркишко. - (Нанотехнологии). Т. 2 : Технологические аспекты. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2011. - 252 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.).

4. Тонкие пленки в микроэлектронике: Учебное пособие / К. И. Смирнова - 2007. 94 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/549.

Согласована на портале № 62565

5. Антоненко, С. В. Технология тонких пленок : учебное пособие / С. В. Антоненко. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2008. — 104 с [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/75918.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Воробьев, Григорий Абрамович. Пробой тонких диэлектрических пленок : научное издание. - М. : Советское радио , 1977. - 69[4] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.).

2. Воробьев, Григорий Абрамович. Тонкие пленки в микроэлектронике : Учебное пособие. - Томск : Издательство Томского университета , 1991. - 124 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 114 экз.).

3. Воробьев, Григорий Абрамович. Электронные процессы в тонкопленочных структурах металл-диэлектрик-металл : монография. - Томск : ТУСУР , 2007. - 179[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 99 экз.).

4. Вакуумно-плазменные методы получения наноструктур: Учебное пособие / Т. И. Данилина - 2012. 89 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3871.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Смирнова, Клара Ивановна. Тонкие пленки в микроэлектронике : Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и направления 210100 "Электроника и микроэлектроника" (бакалавриат). - Томск : ТУСУР , 2007. - 49 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Данилина, Тамара Ивановна. Технология тонкопленочных микросхем : Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника". - Томск : ТУСУР , 2007. - 73 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.).

3. Т.И. Данилина, Ю.В. Сахаров. Учебно-исследовательская работа. Тонкие пленки в микроэлектронике: Учебно - методическое пособие по практическим занятиям. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2018. - 60 с [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://miel.tusur.ru/dwn/umo/id/22b51858188/f/TPM.pdf.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Согласована на портале № 62565

Лаборатория наноэлектроники и микросистемной техники: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 115а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Осциллограф АСК 1021;
- Генератор 3-34;
- Вольтметр В7-21;
- Вольтметр В7-26;
- Блок питания Б5-47 (2 шт.);
- Блок питания Б5-10;
- Микроскоп МБС – 9 (2 шт.);
- Источник питания HY 3003 (2 шт.);
- Источник питания UT5003ED (2 шт.);
- Измеритель мощности светового потока TES-133;
- Лабораторные стенды: «Элементы наноэлектроники: оптоэлектронные приборы и устройства», «Элементы наноэлектроники: диоды», «Элементы наноэлектроники: полевые транзисторы»;
- Источник питания GPS 3030 DD;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства

Согласована на портале № 62565

приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Тонкие пленки в микроэлектронике | ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Защита отчета по практическому занятию | Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |

Согласована на портале № 62565

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. От чего зависит скорость осаждения тонких пленок при методе термического вакуумного напыления?
   а) температуры испарителя
   б) давления остаточной атмосферы
   в) температуры подложки
   г) расстояния от испарителя до подложки
2. От чего зависит скорость осаждения тонких пленок при методе магнетронного распыления?
   а) тока разряда
   б) давления остаточной атмосферы
   в) расстояния от источника до подложки
   г) температуры подложки
3. Какой из методов осаждения тонких пленок не вызывает значительного разогрева подложки
   а) метод термического испарения в вакууме
   б) метод электронно-лучевого испарения в вакууме
   в) метод магнетронного распыления
   г) метод ионно-плазменного распыления
4. Какой из методов осаждения тонких пленок не вызывает радиационного воздействия на подложку
   а) метод термического испарения в вакууме
   б) метод электронно-лучевого испарения в вакууме

Согласована на портале № 62565

в) метод магнетронного распыления
г) метод ионно-плазменного распыления

5. Какой из методов осаждения тонких пленок обеспечивает более высокую чистоту наносимого материала
   а) метод термического испарения в вакууме
   б) метод электронно-лучевого испарения в вакууме
   в) метод магнетронного распыления
   г) метод ионно-плазменного распыления
6. От чего зависит величина поверхностного сопротивления пленок
   а) толщины пленок
   б) геометрических размеров
   в) химического состава
   г) от температуры
7. Какой из методов осаждения тонких пленок обеспечивает более высокую адгезию
   а) метод термического испарения в вакууме
   б) метод электронно-лучевого испарения в вакууме
   в) метод магнетронного распыления
   г) метод ионно-плазменного распыления
8. Как изменяется тангенс угла диэлектрических потерь тонких диэлектрических пленок с ростом температуры
   а) увеличивается
   б) уменьшается
   в) может увеличится или уменьшится в зависимости от материала диэлектрика
9. Как изменяется емкость тонкопленочного конденсатора с ростом температуры
   а) увеличивается
   б) уменьшается
   в) может увеличится или уменьшится в зависимости от материала диэлектрика
10. Как изменяется диэлектрическая проницаемость тонких диэлектрических пленок с ростом температуры
    а) увеличивается
    б) уменьшается
    в) может увеличится или уменьшится в зависимости от материала диэлектрика

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Материалы пленок тонкопленочных ИМС.
2. Определение энергии активации тонких диэлектрических пленок.
3. Адгезия тонких пленок. Методы повышения адгезии.
4. Электропроводность тонких диэлектрических пленок. Механизмы электропроводности.
5. Методы определения толщин тонких пленок.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. Сопротивление тонких металлических пленок
2. Методы определения удельного поверхностного сопротивления
3. Осаждение тонких металлических пленок методом термического испарения в вакууме
4. Осаждение тонких металлических пленок методом магнетронного распыления
5. Влияние отжига не величину поверхностного сопротивления и ТКС тонких металлических пленок

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

Согласована на портале № 62565

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается

Согласована на портале № 62565

доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 62565

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 114 от «19» 11 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ФЭ | П.Е. Троян | Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ | П.Е. Троян | Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. ФЭ | В.В. Каранский | Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8 |
| Заведующий кафедрой, каф. ФЭ | П.Е. Троян | Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. ФЭ | Ю.В. Сахаров | Разработано, dd1f7cbe-1ce6-48e6-b40d-074633a5bd8a |

Согласована на портале № 62565