**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

# ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра физической электроники (ФЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 36 | 36 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 38 | 38 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 5 |

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

Томск

Согласована на портале № 58759

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью освоения дисциплины является формирование базовых знаний в области технологии электронной компонентной базы, позволяющего выпускнику обладать предметно-специализированными компетенциями.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Данная учебная дисциплина имеет перед собой задачу показать физическую сущность используемых в микро- и наноэлектронике технологических процессов и привить обучающемуся комплексный научный подход к выбору методов и процессов формирования электронной компонентной базы.

2. Результатом обучения должно быть приобретение компетенций по основным, базовым процессам технологии для применения их в научных исследованиях, разработке и производстве изделий микро- и наноэлектроники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.07.

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** | | |

Согласована на портале № 58759

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-7. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники | ПКР-7.1. Знает технологические основы производства материалов и изделий электронной техники | знает физико-химические и технологические основы процессов производства электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники, типовые технологические процессы изготовления элементов и компонентов; принципы организации базовых технологических процессов создания электронных компонентов микро- и наноэлектроники |
| | ПКР-7.2. Умеет выполнять отдельные технологические операции по производству материалов и изделий электронной техники | умеет выбирать оптимальные технологические процессы, их последовательности и контрольно-измерительные операции для производства электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники |
| | ПКР-7.3. Владеет навыками построения технологических маршрутов изготовления материалов и изделий электронной техники | владеет навыками реализации современных способов нанесения, удаления и модифицирования материалов при создании электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники |
| ПКР-8. Способен организовывать метрологического обеспечение производства материалов и изделий электронной техники | ПКР-8.1. Знает основные стандарты по метрологическому обеспечению изделий электронной техники | знает физико-химические и технологические основы процессов производства электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники, типовые технологические процессы изготовления элементов и компонентов; принципы организации базовых технологических процессов создания электронных компонентов микро- и наноэлектроники |
| | ПКР-8.2. Умеет проводить измерения в соответствии со стандартами | умеет выбирать оптимальные технологические процессы, их последовательности и контрольно-измерительные операции для производства электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники |
| | ПКР-8.3. Владеет навыками работы на стандартном измерительном оборудовании | владеет навыками реализации современных способов нанесения, удаления и модифицирования материалов при создании электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники |

Согласована на портале № 58759

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-2. Способен к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники | ПКС-2.1. Знает основное технологическое оборудование для производства изделий электронной техники | знает физико-химические и технологические основы процессов производства электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники, типовые технологические процессы изготовления элементов и компонентов; принципы организации базовых технологических процессов создания электронных компонентов микро- и наноэлектроники |
| | ПКС-2.2. Умеет обосновывать выбор технологического процесса и оборудования для его реализации | умеет выбирать оптимальные технологические процессы, их последовательности и контрольно-измерительные операции для производства электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники |
| | ПКС-2.3. Владеет навыками практической работы на технологическом оборудовании | владеет навыками реализации современных способов нанесения, удаления и модифицирования материалов при создании электронной компонентной базы микро- и наноэлектроники |

## 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 |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 70 | 70 |
| Лекционные занятия | 36 | 36 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 38 | 38 |
| Подготовка к тестированию | 9 | 9 |
| Подготовка к контрольной работе | 6 | 6 |
| Выполнение индивидуального задания | 10 | 10 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| Выполнение практического задания | 5 | 5 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **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

Согласована на портале № 58759

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | | | |
| 1 Введение, цели и задачи дисциплины | 2 | - | - | 1 | 3 | ПКР-7, ПКС-2 |
| 2 Производственная чистота, гигиена и безопасность | 2 | - | - | 2 | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| 3 Литографические процессы в технологии электронных средств | 6 | 6 | 4 | 7 | 23 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| 4 Технология плазменных процессов | 4 | - | - | 1 | 5 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| 5 Технология формирования тонкопленочных покрытий методом термического испарения в вакууме | 6 | 4 | 4 | 6 | 20 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| 6 Ионно-плазменные методы получения тонких пленок | 6 | 4 | 4 | 7 | 21 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| 7 Технология формирования тонкопленочных ИМС | 4 | 2 | 4 | 7 | 17 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| 8 Технологические процессы изготовления тонкопленочных ИМС | 4 | 2 | - | 5 | 11 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| 9 Технология сборочных процессов | 2 | - | - | 2 | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| Итого за семестр | 36 | 18 | 16 | 38 | 108 | |
| Итого | 36 | 18 | 16 | 38 | 108 | |

### 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)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Введение, цели и задачи дисциплины | Цели и задачи курса. Требования к объему знаний по дисциплине. Этапы развития и современное состояние технологии материалов и приборов макро-, микро- и наноэлектроники. Основные процессы технологии электронной компонентной базы. | 2 | ПКР-7, ПКС-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 58759

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Производственная чистота, гигиена и безопасность | Чистые помещения: классификация производственных помещений по чистоте воздушной среды и микроклимату, источники загрязнений, способы обеспечения и поддержания чистоты. Вакуум: глубина вакуума, средства откачки и методы контроля. Технологические среды: чистота материалов, воды, газовых сред и жидкостей. Аппаратура и элементы газовых и жидкостных систем. Базовые операции очистки жидких и газообразных сред. Очистка поверхности пластин. Безопасность работы в чистых помещениях: токсичные, взрывоопасные и пожароопасные среды. Утилизация отходов. | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Литографические процессы в технологии электронных средств | Классификация процессов литографии. Физико-химические основы процесса фотолитографии. Материалы фоторезистов и их свойства. Способы экспонирования: контактная фотолитография, фотолитография с зазором, проекционная ФЛ. Технология изготовления фотошаблонов (ФШ). Погрешности изготовления ФШ. Оптические эффекты при фотолитографии. Методы и технология формирования рисунка интегральных схем. | 6 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Технология плазменных процессов | Взаимодействие энергетических ионов с материалами. Физико-химические процессы в низкотемпературной газоразрядной плазме. Процессы травления и очистки материалов с использованием НГП. Основы ионного травления, плазмохимического травления и ионно-химического травления материалов. | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Технология формирования тонкопленочных покрытий методом термического испарения в вакууме | Формирование молекулярного потока. Физика термического испарения в вакууме. Скорость конденсации. Механизм испарения соединений и сплавов. Способы испарения | 6 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 58759

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Ионно-плазменные методы получения тонких пленок | Физика ионного распыления. Модель ионного распыления. Закономерности распыления. Теория ионного распыления. Скорость осаждения пленок. Получение пленок ионно-плазменным распылением. | 6 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Технология формирования тонкопленочных ИМС | Подложки. Тонкопленочные резисторы, конденсаторы, индуктивности. Выбор материалов. Технологические погрешности. Проводники и контактные площадки. | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Технологические процессы изготовления тонкопленочных ИМС | Формирование тонкопленочных ИМС с применением прямых и обратных контактных масок. | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Технология сборочных процессов | Разделение пластин на кристаллы. Методы крепления кристаллов в корпусе прибора. Методы присоединения внешних выводов. Сборка приборов на ленточный носитель. Методы герметизации корпусов приборов. | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 3 Литографические процессы в технологии электронных средств | Технология получения рисунка интегральных микросхем | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Технология изготовления фотошаблонов | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Технология формирования тонкопленочных покрытий методом термического испарения в вакууме | Расчет режимов напыления пленок методом термического испарения в вакууме | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Ионно-плазменные методы получения тонких пленок | Расчет режимов напыления пленок методом ионно-плазменного распыления в вакууме | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 58759

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Технология формирования тонкопленочных ИМС | Расчет технологической погрешности изготовления элементов ИМС | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Технологические процессы изготовления тонкопленочных ИМС | Разработка технологического маршрута изготовления тонкопленочных ИМС | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 3 Литографические процессы в технологии электронных средств | Технологический процесс фотолитографии | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Технология формирования тонкопленочных покрытий методом термического испарения в вакууме | Осаждение резистивных и проводящих плёнок | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Ионно-плазменные методы получения тонких пленок | Изготовление и исследование тонкопленочных конденсаторов | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Технология формирования тонкопленочных ИМС | Изучение погрешности изготовления тонкопленочных резисторов | 4 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 Введение, цели и задачи дисциплины | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 1 | | |

Согласована на портале № 58759

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Производственная чистота, гигиена и безопасность | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 3 Литографические процессы в технологии электронных средств | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 7 | | |
| 4 Технология плазменных процессов | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 1 | | |
| 5 Технология формирования тонкопленочных покрытий методом термического испарения в вакууме | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 6 Ионно-плазменные методы получения тонких пленок | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 7 | | |

Согласована на портале № 58759

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Технология формирования тонкопленочных ИМС | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 7 | | |
| 8 Технологические процессы изготовления тонкопленочных ИМС | Выполнение индивидуального задания | 2 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Контрольная работа |
| | Выполнение практического задания | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Практическое задание |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 9 Технология сборочных процессов | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 38 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 74 | | |

### 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПКР-7 | + | + | + | + | Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-8 | + | + | + | + | Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |

Согласована на портале № 58759

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПКС-2 | + | + | + | + | Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |

## 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

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| Индивидуальное задание | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Контрольная работа | 0 | 10 | 10 | 20 |
| Лабораторная работа | 0 | 7 | 7 | 14 |
| Практическое задание | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Тестирование | 0 | 0 | 6 | 6 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 10 | 27 | 33 | 100 |
| Нарастающим итогом | 10 | 37 | 70 | 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

Согласована на портале № 58759

1. Процессы микро- и нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Т. И. Данилина [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2005. - 316 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 74 экз.).

2. Данилина, Тамара Ивановна. Технология тонкопленочных микросхем : Учебное пособие. - Томск : ТУСУР , 2007. - 151 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.).

### 7.2. Дополнительная литература

1. Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники: Учебное пособие / И. А. Чистоедова, Т. И. Данилина - 2011. 98 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/547.

2. Микроэлектроника: Физические и технологические основы, надежность : Учебное пособие для вузов / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь, Ю. И. Горбунов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 464 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 54 экз.).

3. Технология микросхем : Учебное пособие для вузов / О. Д. Парфенов. - М. : Высшая школа, 1986. - 318[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 317. (наличие в библиотеке ТУСУР - 121 экз.).

4. Готра, Зенон Юрьевич. Технология микроэлектронных устройств : Справочник. - М. : Радио и связь , 1991. - 528 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 44 экз.).

5. Тонкопленочные микросхемы для приборостроения и вычислительной техники : / В. Д. Гимпельсон, Ю. А. Радионов. - М. : Машиностроение, 1976. - 328 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

6. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем [] : учебное пособие для вузов: в 2 ч. / ред. Ю. А. Чаплыгин. - (Электроника). Ч. 1 : Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2010. - 397 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология тонкопленочных микросхем : учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" / Т. И. Данилина, И. А. Чистоедова ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 73 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.).

2. Данилина Т.И., Сахаров Ю.В. Технология тонкопленочных микросхем : Методические указания по выполнению лабораторных работ. – Томск: ТУСУР, 2007. – 63 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.).

#### 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

Согласована на портале № 58759

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 лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 117 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка совмещения и экспонирования ЩА-310;
- Установка для нанесения фоторезиста;
- Электронный микроскоп УЭМВ-100К;
- Дистиллятор воды;
- Лабораторное оборудование и приборы: микроскоп МБС-9, микроскоп стерео МС-1, микроинтерферометр МИИ-4, химическая посуда, реактивы;
- Учебная доска;
- Проектор Benq;
- Ноутбук ASUS;
- Экран для проектора;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория технологии интегральных схем: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 116 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка вакуумного напыления УРМ-3 (2 шт.);
- Установка вакуумного напыления УВН-2М-1;
- Установка вакуумного напыления ВУП-5;
- Насос Вакуумный 2 НВР-5ДМ;
- Вакуумметр ВИТ-2;
- Источник питания УИП-2 (2 шт.);
- Измеритель иммитанса Е7-20;
- Источник питания HY 3003;
- Микроскоп ММУ-3;
- Микроскоп МИИ-4;
- Микроскоп МБС-9;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### 8.4. 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.;

Согласована на портале № 58759

- 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.

### 8.5. 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 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, цели и задачи дисциплины | ПКР-7, ПКС-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Производственная чистота, гигиена и безопасность | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 58759

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Литографические процессы в технологии электронных средств | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Технология плазменных процессов | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Технология формирования тонкопленочных покрытий методом термического испарения в вакууме | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Ионно-плазменные методы получения тонких пленок | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 58759

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Технология формирования тонкопленочных ИМС | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Технологические процессы изготовления тонкопленочных ИМС | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 9 Технология сборочных процессов | ПКР-7, ПКР-8, ПКС-2 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

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 |

Согласована на портале № 58759

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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. Негативный ФР под действием света:
   а) разлагается; б) полимеризуется; в) не меняется; г) испаряется.
2. Какой способ экспонирования следует выбрать для обеспечения высокой разрешающей способности ФЛ и большого срока службы ФШ:
   а) контактная ФЛ;
   б) бесконтактная с малым зазором;
   в) бесконтактная с большим зазором;
   г) проекционная ФЛ.
3. В методе последовательной ФЛ (прямые маски) первой операции является:

Согласована на портале № 58759

а) нанесение пленки рабочего материала на подложку;
б) нанесение слоя ФР на подложку;
в) удаление пленки рабочего материала;
г) удаление слоя ФР.

4. В методе обратной ФЛ первой операции является:
а) нанесение пленки рабочего материала на подложку;
б) нанесение слоя ФР на подложку;
в) удаление пленки рабочего материала;
г) удаление слоя ФР.
5. В трехслойных контактах "хром – медь - никель" пленка никеля выполняет функции:
а) адгезионного слоя;
б) проводящего слоя;
в) защитного слоя;
г) пассивирующего слоя.
6. Для испарения тугоплавкого тантала рекомендуется способ испарения:
а) резистивный испаритель из вольфрама;
б) тигель из керамики;
в) электронный испаритель;
г) тигель из графита.
7. Для испарения резистивных сплавов, состоящих из нескольких компонентов (более двух), рекомендуется:
а) резистивный испаритель;
б) взрывное испарение;
в) тигель;
г) метод "трех температур".
8. Какой электрод при ионно-плазменном распыление выполняется из распыляемого материала?
а) анод; б) катод; в) подложка; г) экран вокруг катода.
9. В виде каких частиц происходит распыление материала катода?
а) положительных ионов; б)отрицательных ионов; в) электронов; г) нейтральных частиц.
10. Коэффициент распыления с увеличением энергии ионов в широком диапазоне:
а) возрастает ;
б) уменьшается;
в) сначала возрастает, затем уменьшается;
г) не меняется.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Технологические среды. Базовые операции очистки жидких и газообразных сред. Очистка поверхности пластин.
2. Литографические процессы. Разрешающая способность литографии
3. Физико-химические основы процесса фотолитографии. Материалы фоторезистов и их свойства.
4. Способы экспонирования: контактная фотолитография, фотолитография с зазором, проекционная ФЛ.
5. Технология изготовления фотошаблонов (ФШ). Погрешности изготовления ФШ.
6. Оптические эффекты при фотолитографии.
7. Методы и технология формирования рисунка интегральных схем.
8. Физика термического испарения в вакууме. Получение пленок методом термического испарения.

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Вариант 1
1. Рассчитать выход годных кристаллов для одной фотолитографической операции, если площадь кристалла 0,2 см2, а толщина резиста 1 мкм.
2. Какой масштаб оригинала выбрать для получения резистора в пленочной схеме

Согласована на портале № 58759

шириной 200 мкм с
точностью 1 %?
3. В каком случае можно получить контакты к полоске резистора методом обратной ФР-маски:
a) ФР-позитив, ФШ – позитив;
b) ФР – негатив; ФШ – негатив;
c) ФР – негатив; ФШ – позитив.
4. Какое оборудование необходимо выбрать для получения эталонного ФШ, если увеличение оригинала М10:1?

2. Вариант 2
1. Погрешности геометрии тонкопленочного резистора, рисунок которого получен с помощью контактной
маски.
2. Рассчитать параметры проекционной системы для получения размера элемента b = 0,8 мкм.
3. Какой масштаб оригинала выбрать для получения резистора шириной 30 мкм с точностью 1 % для
полупроводниковой ИМС?
4. Какое оборудование необходимо выбрать для получения эталонного ФШ для пленочной схемы, если увеличение оригинала М20:1?

3. Вариант 1
1. Что определяет давление насыщенных паров металлов при термическом испарении в вакууме?
2. Модель ионного распыления. Какая минимальная энергия необходима для распыления?
3. Рассчитать скорость испарения алюминия при температуре выше условной на 10 %. Для алюминия: А
= 11,11; В = 15630; М=27; Тусл=1423 К.
4. Представить зависимость коэффициента распыления от энергии иона в диапазоне 50-150 эВ для мишени из меди при бомбардировке ионами аргона, если при Е = 50 эВ S= 0,05 атом/ион.

4. Вариант 2
1. Чем определяется количество вещества, испаренного в угол dv для точечного испарителя?
2. Зависимость коэффициента распыления от энергии для легких и тяжелых ионов.
3. Рассчитать время напыления пленок меди толщиной 1 мкм в центре подложки. Медь испаряется из
поверхностного испарителя площадью 1 см2. Расстояние от испарителя до подложки 10 см, скорость испарения 7×10-3 кг/м2×с. Плотность меди g = 8,96×103 кг/м3.
4. Представить зависимость S от E в диапазоне от пороговой до 200 эВ. Мишень – тантал, ион – аргон. S =0,01 при Е = 50 эВ; S = 0,1 при Е = 100 эВ; S = 0,4 при Е= 200 эВ. М1 = 40, М2 = 181; Есуб = 8,7 эВ.

5. Вариант 3
1. Для каких целей рекомендуется метод термического испарения с помощью электронных испарителей?
2. Модель ионного распыления. В каком случае максимально передаваемая энергия от иона атомам мишени будет больше: для легких или тяжелых ионов?
3. Рассчитать время напыления пленок меди толщиной 0,2 мкм в центре подложки. Медь испаряется из поверхностного испарителя площадью 1 см2. Расстояние от испарителя до подложки 10 см, скорость испарения 1×10-3 кг/м2×с. Плотность меди g = 8,96×103 кг/м3.
4. Рассчитать скорость распыления мишени из тантала. S=1,48; j= 10 А/м2; N0 = 5,52×1028 атом/м3.

### 9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Вариант 1
Предлагается получить пленку сернистого кадмия (CdS) двумя методами: термическим испарением и высокочастотным распылением. Объяснить механизм испарения CdS, рассчитать скорости испарения отдельных компонент соединения и ответить на вопрос,

Согласована на портале № 58759

каким способом при испарении получить пленки CdS стехиометрического состава? Объяснить механизм высокочастотного распыления мишени из CdS, рассчитать отношение потока серы к потоку кадмия при распылении. На основе полученных результатов рекомендовать способ получения пленок CdS.

2. Вариант 2
   Предлагается получить пленки тантала и окиси тантала (Ta2O5), используя катодное распыление. Рассчитать режимы напыления и определить время напыления структуры Ta – Ta2O5 - Ta со следующими толщинами: Ta – 0,2 мкм, Ta2O5 - 0,5 мкм.
3. Вариант 3
   Обосновать выбор технологии напыления пленок вольфрама с разбросом толщины пленки на подложке 60x48 мм2 не более 5 %. Каким образом обеспечить требуемую скорость конденсации, чтобы время напыления пленки толщиной 0,03 21 мкм не превышало 1-2 мин? T = 3500 – 4000 K. M = 183,8; A =9,24; B = 40260; g = 19,3 г/см3.
4. Вариант 4
   Исследовать влияние энергии ионов на коэффициент распыления в широком диапазоне энергий от Eпор до Emax для легких (He) и тяжелых (Ar) ионов. Мишень – Cu.
5. Вариант 1
   Разработать техмаршрут изготовления резистивной матрицы, содержащей резисторы двух групп:
   · первая группа – хром;
   · вторая группа – кермет, проводники – алюминий.
   Предложить способы получения пленок и рассчитать время напыления алюминия.
6. Вариант 2
   Разработать техпроцесс RC-схемы, состоящей из резисторов на основе пленок хрома и конденсаторов алюминий
   – моноокись кремния – алюминий. Предложить способы получения пленок и рассчитать время напыления хрома.
7. Вариант 3
   Разработать техпроцесс изготовления фрагмента ИМС, состоящего из резисторов - тантал и конденсаторов: тантал – окись тантала – золото. Технология получения пленок. Рассчитать время напыления пленок тантала.
8. Вариант 4
   Требуется изготовить тонкопленочную индуктивность на основе пленочной системы: хром – медь – золото с
   суммарной толщиной 6 мкм. Предложить способы напыления пленок. Рассчитать время напыления пленок.

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Технологический процесс фотолитографии
2. Осаждение резистивных и проводящих плёнок
3. Изготовление и исследование тонкопленочных конденсаторов
4. Изучение погрешности изготовления тонкопленочных резисторов

### 9.1.6. Темы практических заданий

1. Технология получения рисунка интегральных микросхем
2. Технология изготовления фотошаблонов
3. Расчет режимов напыления пленок методом термического испарения в вакууме
4. Расчет режимов напыления пленок методом ионно-плазменного распыления в вакууме
5. Расчет технологической погрешности изготовления элементов ИМС
6. Разработка технологического маршрута изготовления тонкопленочных ИМС

## 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.

Согласована на портале № 58759

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.

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;

Согласована на портале № 58759

– 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 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 № 58759

## 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:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ФЭ | И.А. Чистоедова | Разработано, 2114f42c-7cf2-4826-9f35-9a75ea4961b2 |

Согласована на портале № 58759