

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы лазерной и электронно-ионной обработки**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Микроэлектроника в информационных и управляющих системах**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**

Кафедра: **МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

**Распределение рабочего времени**

| № | Виды учебной деятельности    | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                       | 18        | 18    | часов   |
| 2 | Практические занятия         | 10        | 10    | часов   |
| 3 | Лабораторные работы          | 8         | 8     | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий     | 36        | 36    | часов   |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 22        | 22    | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа       | 36        | 36    | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)         | 72        | 72    | часов   |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена  | 36        | 36    | часов   |
| 9 | Общая трудоемкость           | 108       | 108   | часов   |
|   |                              | 3.0       | 3.0   | 3.Е     |

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

доцент каф. ЭП \_\_\_\_\_ А. И. Аксенов  
заведующий кафедрой каф. ЭП \_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

Заведующий обеспечивающей каф.  
МИТУС \_\_\_\_\_ Р. З. Хафизов

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФБ \_\_\_\_\_ Е. М. Давыдова

Заведующий выпускающей каф.  
МИТУС \_\_\_\_\_ Р. З. Хафизов

Эксперт:

доцент каф. КИБЭВС \_\_\_\_\_ А. А. Конев

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Освоение дисциплины является получение углубленного профессионального образования по лазерным и электронно-ионным технологиям, а также физическим процессам, протекающим в

поверхностном слое твердого тела при торможении лазерного луча и ускоренных частиц, позволяющего выпускнику обладать предметно-специализированными компетенциями, способствующими востребованности на рынке труда, обеспечивающего возможность быстрого и

самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области квантовой и оптической электроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

- изучение закономерностей торможения электронов в твердом теле и вторичных процессов, вызываемых электронной бомбардировкой;
- изучение ионной бомбардировки поверхностей и процессов, вызываемых ионами, а также луча лазера;
- получение информации о способах формирования электронных и ионных пучков;
- ознакомление обучающихся с использованием ионно-плазменных устройств в технологических процессах.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Процессы лазерной и электронно-ионной обработки» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Методы математического моделирования, Полупроводниковая оптоэлектроника.

Последующими дисциплинами являются: Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;
- ПК-14 готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные принципы и методы исследования, разработки и производства устройств и приборов квантовой и оптической электроники, а также оптических материалов и элементов; технологические процессы и основные виды оборудования для производства устройств и приборов квантовой и оптической электроники; фундаментальные основы взаимодействия заряженных частиц с веществом.

- **уметь** обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых типах корпускулярно-лучевых установок

- **владеть** методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых приборов и систем квантовой и оптической электроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                     | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 1 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                    | 36          | 36        |
| Лекции  | 18          | 18        |
| Практические занятия                          | 10          | 10        |
| Лабораторные работы                           | 8           | 8         |
| Из них в интерактивной форме                  | 22          | 22        |
| Самостоятельная работа (всего)                | 36          | 36        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам    | 5           | 5         |
| Проработка лекционного материала              | 21          | 21        |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10          | 10        |
| Всего (без экзамена)                          | 72          | 72        |
| Подготовка и сдача экзамена                   | 36          | 36        |
| Общая трудоемкость ч                          | 108         | 108       |
| Зачетные Единицы                              | 3.0         | 3.0       |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины  | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 семестр   |        |                      |                     |                        |                               |                         |
| 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий  | 4      | 0                    | 0                   | 9                      | 13                            | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом   | 4      | 4                    | 0                   | 5                      | 13                            | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом  | 4      | 4                    | 8                   | 14                     | 30                            | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей                                  | 3      | 2                    | 0                   | 7                      | 12                            | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
| 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц | 3      | 0                    | 0                   | 1                      | 4                             | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
| Итого за семестр  | 18     | 10                   | 8                   | 36                     | 72                            |                         |
| Итого   | 18     | 10                   | 8                   | 36                     | 72                            |                         |

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов   | Содержание разделов дисциплины по лекциям   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр   |   |                 |                         |
| 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий  | Краткая история развития исследований по взаимодействию ускоренных частиц и когерентного излучения на твердое тело. Роль иместо дисциплины в формировании инженера электронной техники.   | 4               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом   | Рассеяние электрона в твердых телах. Плотность поглощенной энергии, механизмы рассеяния, потери энергии. Пробег электронов в твердом теле, связь между пробегом электрона и потерями энергии. Химическое действие электронного облучения, стимулирование химических реакций, диссоциация сложных соединений, десорбция газов. | 4               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом  | Торможение ионов, потери энергии ионов при торможении в веществе. Катодное распыление поверхности твердых тел при воздействии потоков ионов. Эмиссия электронов и ионов с поверхности вещества, подвергнутого ионной бомбардировке. Химическое действие ионов с веществом. Ионная имплантация.                                | 4               | ОПК-2, ПК-14            |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей                                  | Стационарный нагрев, локальный нагрев электронными, лазерными и ионными пучками. Образование "кинжального" шва при электронно-лучевой сварке  | 3               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
|   | Итого   | 3               |                         |
| 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц | Закалка поверхности стали при импульсном, лазерном и электронном нагреве. Повышение твердости и износостойкости металлов в результате ионного облучения.  | 3               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
|   | Итого   | 3               |                         |

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Итого за семестр |  | 18 |  |
|------------------|--|----|--|

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин   | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
|  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предшествующие дисциплины  |   |   |   |   |   |
| 1 Методы математического моделирования                                       |   |   |   | + |   |
| 2 Полупроводниковая оптоэлектроника  | +   |   |   | + | + |
| Последующие дисциплины   |   |   |   |   |   |
| 1 Специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники | +   | + | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                     |                        | Формы контроля                                  |
|-------------|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|---|
|             | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |   |
| ОПК-2       | +            | +                    | +                   | +                      | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |
| ОПК-4       | +            | +                    | +                   | +                      | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |
| ПК-14       | +            | +                    | +                   | +                      | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы    | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|-----------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 1 семестр |                                    |                                    |                      |       |

|  |   |   |   |    |
|--|---|---|---|----|
| Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением |   |   | 8 | 8  |
| Работа в команде                                       |   | 8 |   | 8  |
| Решение ситуационных задач                             | 6 |   |   | 6  |
| Итого за семестр:                                      | 6 | 8 | 8 | 22 |
| Итого  | 6 | 8 | 8 | 22 |

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов                      | Наименование лабораторных работ                               | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр                              |   |                 |                         |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом | Исследование процесса ионной обработки материалов             | 4               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
|  | Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов | 4               |                         |
|  | Итого   | 8               |                         |
| Итого за семестр                       |   | 8               |                         |

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов  | Наименование практических занятий (семинаров)  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр  |  |                 |                         |
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом              | Расчет длины свободного пробега и глубины проникновения электрона. Расчет скорости испарения твердого тела под воздействием электронного луча. | 4               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом                   | Расчет глубины пробега ионов в твердом теле. Вторичная ион-электронная эмиссия.  | 4               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей | Тепловой расчет при взаимодействии заряженных частиц с твердым телом. Расчет параметров термического   | 2               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     |

|                  |                     |    |  |
|------------------|---------------------|----|--|
|                  | процесса напыления. |    |  |
|                  | Итого               | 2  |  |
| Итого за семестр |                     | 10 |  |

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов   | Виды самостоятельной работы                   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля                                  |
|---|---|-----------------|-------------------------|---|
| 1 семестр   |   |                 |                         |   |
| 1 Основы электронно-ионных и плазменных технологий  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Проработка лекционного материала              | 5               |                         |   |
|   | Итого   | 9               |                         |   |
| 2 Взаимодействие электронов с твердым телом   | Проработка лекционного материала              | 5               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Итого   | 5               |                         |   |
| 3 Взаимодействие ионов с твердым телом  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Проработка лекционного материала              | 5               |                         |   |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 5               |                         |   |
|   | Итого   | 14              |                         |   |
| 4 Тепловое действие лазерных, электронных и ионных лучей                                  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Проработка лекционного материала              | 5               |                         |   |
|   | Итого   | 7               |                         |   |
| 5 Модификация поверхностных свойств твердого тела при облучении пучками ускоренных частиц | Проработка лекционного материала              | 1               | ОПК-2, ОПК-4, ПК-14     | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Итого   | 1               |                         |   |
| Итого за семестр  |   | 36              |                         |   |
|   | Подготовка и сдача экзамена                   | 36              |                         | Экзамен   |
| Итого   |   | 72              |                         |   |



## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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 |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 1 семестр                     |  |   |   |                  |
| Опрос на занятиях             | 15   | 16  | 16  | 47               |
| Отчет по лабораторной работе  |  | 8   | 15  | 23               |
| Итого максимум за период      | 15   | 24  | 31  | 70               |
| Экзамен                       |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом            | 15   | 39  | 70  | 100              |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                         | 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)   |
| 65 - 69                              |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Орликов Л.Н. Вакуумные и специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2013. – 103 с. [Электронный ресурс]. -

## **12.2. Дополнительная литература**

1. Джонс, Мартин Хартли. Электроника - практический курс : Пер. с англ. / М. Х. Джонс ; пер. : Е. В. Воронов, А. Л. Ларин. - 2-е изд., испр. . - М. : Техносфера, 2006. - 510[2] с. : ил. - (Мир электроники ; VII - 22). - Библиогр.: с.498-499 . - Предм. указ.: с. 500-510. - ISBN 5-94836-086-5:212.13 p. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
2. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. – М.: Наука, 1987. – 590 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
3. Сушков А.Д.. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)
4. Аксенов А.И., Носков Д.А. Процессы лазерной и электронно-ионной технологии: учебное пособие. - Томск : ТУСУР, 2007. – 111 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
5. Данилина Т.И., Чистоедова И.А. Технология СБИС: учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. - Томск: ТУСУР, 2007. - 70 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

## **12.3 Учебно-методические пособия**

### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом: методические указания к лабораторной работе / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2012.- 23 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/1340>
2. Исследование процесса ионной обработки материалов: методические указания к лабораторной работе / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2012.- 17 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/1541>
3. Исследование процесса электродугового напыления покрытий в вакууме: методические указания к лабораторной работе / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2011.- 12 с [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/287>
4. Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2012.- 19 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/1342>
5. Основы технологии оптических материалов и изделий: методические указания к практическим занятиям / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2012.-35 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/1343>
6. Процессы лазерной и электронно-ионной технологии: методические указания по самостоятельной работе / А.И. Аксенов. - Томск: ТУСУР, 2012. - 13 с [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/1904>

### **12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

## **12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор LG – 1 шт.; лабораторные стенды-7 шт., измерительные приборы 6 шт.

#### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже PЭBM INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### **14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов                           | Виды дополнительных оценочных средств   | 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, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Процессы лазерной и электронно-ионной обработки**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Микроэлектроника в информационных и управляющих системах**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**

Кафедра: **МИТУС, кафедра микроэлектроники, информационных технологий и управляющих систем**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- доцент каф. ЭП А. И. Аксенов
- заведующий кафедрой каф. ЭП С. М. Шандаров

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенций  |
|-------|--|---|
| ОПК-2 | способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры   | <p>Должен знать основные принципы и методы исследования, разработки и производства устройств и приборов квантовой и оптической электроники, а также оптических материалов и элементов; технологические процессы и основные виды оборудования для производства устройств и приборов квантовой и оптической электроники; фундаментальные основы взаимодействия заряженных частиц с веществом.;</p> <p>Должен уметь обоснованно планировать направление своей деятельности в области квантовой и оптической электроники на основе анализа научно-технической литературы; анализировать информацию о новых типах корпускулярно-лучевых установок;</p> <p>Должен владеть методами оценки технико-экономической эффективности исследований, проектов, технологических процессов и эксплуатации новых приборов и систем квантовой и оптической электроники; навыками анализа научно-технической литературы, проведения поисковых исследований и подготовки отчетов, презентаций, научных публикаций по результатам проведенного анализа и выполненных исследований.;</p> |
| ОПК-4 | способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области                        |   |
| ПК-14 | готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства |   |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии     | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень)  | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособ- |

|                                       |                                   |  |   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|---|
|                                       | мой области                       | определенных проблем в области исследования                          | ливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении                            |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и и нанoeлектроники.  | выявлять естественно-научную сущность проблем.   | физико-математическим аппаратом для решения задач в области микро и нанoeлектроники.  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализирует простейшие физические и математические модели приборов;</li> <li>• представляет методы экспериментального исследования параметров</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно применяет различные методы решения задач в незнакомых ситуациях;</li> <li>• умеет математически выразить, и аргументировано доказывать по-</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• способен руководить междисциплинарной командой;</li> <li>• свободно владеет физико-математическим аппаратом;</li> </ul> |

|                                       |   |   |  |
|---------------------------------------|---|---|--|
|                                       | и характеристик приборов;   | ложения предметной области знания;<br>• выявлять естествен-нонаучную сущность проблем;  |  |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимает связи между различными физическими понятиями;</li> <li>• имеет представление о физических моделях;</li> <li>• аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;</li> <li>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• критически осмысливает полученные знания;</li> <li>• компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде);</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• дает определения основных понятий;</li> <li>• простейшие физические и математические модели;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет работать со справочной литературой;</li> <li>• умеет представлять результаты своей работы;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет терминологией предметной области знания;</li> <li>• способен корректно представить знания в математической форме;</li> </ul>    |

## 2.2 Компетенция ОПК-4

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | единую систему конструкторской документации.   | применять современные средства для выполнения и редактирования чертежей.   | навыками подготовки конструкторско-технологической документации.  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-



блице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать  | Уметь   | Владеть   |
|---------------------------------------|--|---|---|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные положения единой конструкторской документации;</li> <li>• представляет основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;</li> <li>• обосновывает выбор метода обработки экспериментальных данных;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно применяет методы подготовки конструкторской документации;</li> <li>• умеет аргументированно доказывать правильность подготовки документации;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• способен руководить междисциплинарной командой;</li> <li>• свободно владеет навыками подготовки документации;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• имеет представление единой системе конструкторской документации;</li> <li>• имеет представление об основных физических отличиях в принципах действия устройств различного функционального назначения;</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• применяет различные средства редактирования чертежей;</li> <li>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать свой выбор;</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• критически осмысливает полученные знания;</li> <li>• компетентен в различных ситуациях;</li> </ul>                       |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• дает определения основных положений конструкторской документации;</li> <li>• имеет самые общие представление о методиках редактирования документации;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет работать со справочной литературой;</li> <li>• умеет представлять результаты своей работы;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет терминологией предметной области знания;</li> <li>• способен представить полученные результаты;</li> </ul>       |

### 2.3 Компетенция ПК-14

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|-------------------|--|--|--|
| Содержание этапов | материалы и изделия электронной техники.   | проводить монтаж и испытания образцов материалов и изделий электронной техники.  | навыками проведения монтажа, испытаний и сдаче в эксплуатацию изделий электронной техники.   |
| Виды занятий      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> </ul> |

|                                  |  |  |   |
|----------------------------------|--|--|---|
|                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>       |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|---------------------------------------|--|--|---|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные материалы электронной техники;</li> <li>• зонную теорию полупроводников;</li> <li>• физические основы электронной техники;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить испытания материалов электронной техники</li> <li>• аргументировано доказывать правильность монтажа экспериментального стенда;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• способен руководить междисциплинарной командой;</li> <li>• свободно владеет навыками подготовки документации;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• имеет представление о строении твердого тела;</li> <li>• имеет представление о экспериментальных макетах;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять измерительные приборы</li> <li>• корректно выражать и аргументированно обосновывать свой выбор;</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• критически осмысливает полученные знания;</li> <li>• компетентен в различных ситуациях;</li> </ul>                       |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• дает определения основных положений физики твердого тела;</li> <li>• имеет самые общие представление о методиках экспериментального исследования материалов электронной техники;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет работать со справочной литературой;</li> <li>• умеет представлять результаты своей работы;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет терминологией предметной области знания;</li> <li>• способен представить полученные результаты;</li> </ul>       |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Темы опросов на занятиях

- Краткая история развития
- исследований по взаимодействию
- ускоренных частиц и когерентного
- излучения на твердое тело. Роль и
- место дисциплины в формировании

- инженера электронной техники.
- Рассеяние электрона в твердых телах.
- Плотность поглощенной энергии,
- механизмы рассеяния, потери энергии.
- Пробег электронов в твердом теле,
- связь между пробегом электрона и потерями энергии. Химическое действие электронного облучения,
- стимулирование химических реакций,
- диссоциация сложных соединений,
- десорбция газов.
- Торможение ионов, потери энергии ионов при торможении в веществе.
- Катодное распыление поверхности твердых тел при воздействии потоков ионов. Эмиссия электронов и ионов с поверхности вещества, подвергнутого ионной бомбардировке. Химическое действие ионов с веществом. Ионная имплантация.
- Стационарный нагрев, локальный нагрев электронными, лазерными и ионными пучками. Образование "кинжального" шва при электронно-лучевой сварке
- Закалка поверхности стали при импульсном, лазерном и электронном нагреве. Повышение твердости и износостойкости металлов в результате ионного облучения.

### **3.2 Экзаменационные вопросы**

- 1 Электронно-лучевая сварка; 2.Электронно-лучевая размерная подготовка; 3. Электронно-лучевое напыление пленок; 4. Скрайбирование диэлектриков электронным лучом; 5. Анализ поверхности твердых тел пучками заряженных частиц; 6. Напыление металлических пленок; 7. Напыление диэлектрических пленок; 8. Ионно-плазменные методы нанесения тонких пленок; 9. Плазменная резка металлов в вакууме; 10. Методы нанесения декоративных покрытий.

### **3.3 Темы лабораторных работ**

- Исследование процесса ионной обработки материалов
- Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов

### **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п.

#### **4.1. Основная литература**

1. Орликов Л.Н. Вакуумные и специальные вопросы технологии приборов квантовой и оптической электроники: учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2013. – 103 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/3436>

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Джонс, Мартин Хартли. Электроника - практический курс : Пер. с англ. / М. Х. Джонс ; пер. : Е. В. Воронов, А. Л. Ларин. - 2-е изд., испр. . - М. : Техносфера, 2006. - 510[2] с. : ил. - (Мир электроники ; VII - 22). - Библиогр.: с.498-499 . - Предм. указ.: с. 500-510. - ISBN 5-94836-086-5:212.13 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. – М.: Наука, 1987. – 590 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

3. Сушков А.Д.. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учебное пособие для вузов - СПб. : Лань, 2004. - 462 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 37 экз.)

4. Аксенов А.И., Носков Д.А. Процессы лазерной и электронно-ионной технологии: учебное пособие. - Томск : ТУСУР, 2007. – 111 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

5. Данилина Т.И., Чистоедова И.А. Технология СБИС: учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. - Томск: ТУСУР, 2007. - 70 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Исследование процесса нанесения пленок магнетронным способом: методические указания к лабораторной работе / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2012.- 23 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/1340>

2. Исследование процесса ионной обработки материалов: методические указания к лабораторной работе / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2012.- 17 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/1541>

3. Исследование процесса электродугового напыления покрытий в вакууме: методические указания к лабораторной работе / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2011.- 12 с [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/287>

4. Исследование процесса ионно-плазменного распыления материалов / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2012.- 19 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/1342>

5. Основы технологии оптических материалов и изделий: методические указания к практическим занятиям / Л.Н. Орликов.- Томск: ТУСУР, 2012.-35 с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/1343>

6. Процессы лазерной и электронно-ионной технологии: методические указания по самостоятельной работе / А.И. Аксенов. - Томск: ТУСУР, 2012. - 13 с [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/1904>

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Образовательный портал университета, библиотека университета