

## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

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 (ПРАКТИКИ)

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА:  
ПРАКТИКА ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И ОПЫТА ПРО-  
ФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) Микроэлектроника и твердотельная электроника

Квалификация (степень) Бакалавр

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 3 Семестр 6 Количество недель 4

Учебный план набора 2013, 2014, 2015, 2016 года и последующих лет.

## Распределение рабочего времени:

| №   | Виды учебной работы                          | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|-----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------|
| 1.  | Лекции                                       |           |           |           |           |           | -         |           |           | -     | часов   |
| 2.  | Лабораторные работы                          |           |           |           |           |           | -         |           |           | -     | часов   |
| 3.  | Практические занятия                         |           |           |           |           |           | -         |           |           | -     | часов   |
| 4.  | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)    |           |           |           |           |           | -         |           |           | -     | часов   |
| 5.  | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)         |           |           |           |           |           | -         |           |           | -     | часов   |
| 6.  | Из них в интерактивной форме                 |           |           |           |           |           | -         |           |           | -     | часов   |
| 7.  | Самостоятельная работа студентов (СРС)       |           |           |           |           |           | 216       |           |           | 216   | часов   |
| 8.  | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)             |           |           |           |           |           | 216       |           |           | 216   | часов   |
| 9.  | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена |           |           |           |           |           | -         |           |           | -     | часов   |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9)               |           |           |           |           |           | 216       |           |           | 216   | часов   |
|     | (в зачетных единицах)                        |           |           |           |           |           | 6         |           |           | 6     | ЗЕ      |

Зачет с оценкой 6 семестр

Томск 2016

### Лист согласований

Рабочая программа производственной практики – практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности – разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 218, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от «8» сентября 2016 г., протокол № 73.

#### Разработчики:

Профессор кафедры ФЭ \_\_\_\_\_ / С.В. Смирнов

Доцент кафедры ФЭ \_\_\_\_\_ / И.А. Чистоедова

#### Заведующий кафедрой

Профессор кафедры ФЭ \_\_\_\_\_ / П.Е. Троян

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

Декан \_\_\_\_\_ ФЭТ \_\_\_\_\_ / А.И. Воронин

Зав. профилирующей  
кафедрой \_\_\_\_\_ ФЭ \_\_\_\_\_ / П.Е. Троян

Зав. выпускающей  
кафедрой \_\_\_\_\_ ФЭ \_\_\_\_\_ / П.Е. Троян

#### Эксперты:

Председатель методической  
комиссии факультета ФЭТ \_\_\_\_\_ / И. А. Чистоедова

Председатель методической  
комиссии кафедры ФЭ \_\_\_\_\_ / И.А. Чистоедова

## 1. ВИД, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

В соответствии с ФГОС ВО направления 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» студенты за время обучения должны пройти производственную практику – практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (далее – практика).

**Вид практики** – производственная практика – практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

Практика является частью ОПОП направления 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно направленных на профессиональную подготовку студентов.

**Цель практики** – закрепление знаний и умений, полученных в процессе теоретического обучения в рамках учебного плана, и приобретение опыта практической производственной работы в соответствии с требованиями и квалификационной характеристикой бакалавра, установленными ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника».

### **Задачи практики:**

- закрепление теоретических знаний, полученных при изучении базовых дисциплин;
- ознакомление со структурой организации, содержанием работы и взаимосвязями всех ее подразделений, занимающихся технологией изготовления приборов микро- и микроэлектроники;
- овладение навыками проектирования и технологией изготовления приборов микро- и микроэлектроники;
- изучение аппаратуры и методов технического контроля изделий микро- и микроэлектроники;
- изучение вопросов организации и экономики производства;
- приобретение навыков оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы.

## 2. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Практика (Б2.П.2) входит в раздел «Б2.П – Производственная практика» ОПОП по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» и проводится после третьего года обучения (шестого семестра), в соответствии с утвержденными учебным планом, ОПОП и графиком учебного процесса.

Практика в соответствии с ОПОП базируется на знаниях, полученных студентами при изучении следующих дисциплин: материалы электронной техники, твердотельная электроника, вакуумная и плазменная электроника, микроэлектроника, физика полупроводников, технология материалов микро- и микроэлектроники, элементы и приборы микроэлектроники.

Практика в соответствии с ОПОП необходима при изучении следующих дисциплин: процессов микро- и нанотехнологии, основы технологии электронной компонентной базы, технология кремниевой микроэлектроники.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

**3.1. Прохождение производственной (технологической) практики направлено на формирование следующих компетенций:**

- способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок микроэлектроники и микроэлектроники различного функционального назначения (ПК-2);
- готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3);
- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8);
- готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной микроэлектроники (ПСК-2).

### 3.2. В результате прохождения практики студент должен:

#### знать:

- физические принципы основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;
- принципы организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы;
- назначение, состав, конструкцию, принцип работы, технологию изготовления, условия монтажа и технической эксплуатации изделий микро- и наноэлектроники;
- структуру предприятия, функции его подразделений, их взаимосвязь и подчиненность;
- правила охраны труда и техники безопасности на рабочем месте;
- современные технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники;
- технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов;

#### уметь:

- выбирать методы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники;
- устанавливать связь полученных теоретических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики;
- выполнять производственные задания по технологической подготовке производства материалов и приборов микро- и наноэлектроники;
- освоить и выполнять технологические операции на закрепленном за студентом месте;
- осуществлять операционный контроль производства материалов и приборов микро- и наноэлектроники;

#### владеть:

- методами измерения параметров и характеристик изделий микро- и наноэлектроники;
- навыками анализа и систематизации результатов исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;
- технологией монтажа, сборки и настройки отдельных узлов и блоков электронных устройств;
- навыками разработки операционных карт изготовления изделий микро- и наноэлектроники.

## 4. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость практики составляет 6 зачетных единиц.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Семестры   |
|---|-------------|------------|
|   |             | <b>6</b>   |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                                 | <b>0</b>    | <b>0</b>   |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>                             | <b>216</b>  | <b>216</b> |
| В том числе:  |             |            |
| Подготовительный этап   | 18          | 18         |
| Этап формирования технического задания                            | 8           | 8          |
| Этап подготовки рабочего материала студентов                      | 170         | 170        |
| Этап оформления отчета по практике и подготовки к защите практики | 20          | 20         |
| Вид промежуточной аттестации (зачет с оценкой)                    |             |            |
| <b>Общая трудоемкость час</b>                                     | <b>216</b>  | <b>216</b> |
| <b>Зачетные Единицы</b>   | <b>6</b>    | <b>6</b>   |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

### 5.1. Разделы практики и виды занятий

| № п/п        | Наименование раздела дисциплины   | Самост. работа | Всего час. | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|--------------|---|----------------|------------|---------------------------------------|
| <b>1.</b>    | <b>Подготовительный этап</b>  |                |            |                                       |
| 1.1.         | Введение (цели, задачи, сроки практики)   | 4              | 4          | ПК-8                                  |
| 1.2.         | Ознакомление со структурой и экономикой предприятия, с технологией и оборудованием производства                     | 10             | 10         | ПК-8, ПСК-2                           |
| 1.3.         | Прохождение инструктажа по технике безопасности на рабочем месте  | 4              | 4          | ПК-8, ПСК-2                           |
| <b>2.</b>    | <b>Этап формирования технического задания</b>   |                |            |                                       |
| 2.1.         | Утверждение темы индивидуального задания студента руководителем практики от предприятия                             | 4              | 4          | ПК-2, ПК-8, ПСК-2                     |
| 2.2.         | Согласование индивидуального задания на практику с руководителем практики от кафедры                                | 4              | 4          | ПК-2, ПК-8, ПСК-2                     |
| <b>3.</b>    | <b>Этап подготовки рабочего материала студентом</b>   |                |            |                                       |
| 3.1.         | Этап конструкторских работ  | 60             | 60         | ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПСК-2               |
| 3.2.         | Этап технологических работ  | 65             | 65         | ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПСК-2               |
| 3.3.         | Этап исследовательских работ  | 45             | 45         | ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПСК-2               |
| <b>4.</b>    | <b>Этап оформления отчета по практике и подготовки к защите практики</b>  |                |            |                                       |
| 4.1.         | Оформление дневника и отчета по практике в соответствии с требованиями к оформлению научно-технической документации | 10             | 10         | ПК-3                                  |
| 4.2.         | Подготовка к защите отчета по практике  | 10             | 10         | ПК-3                                  |
| <b>ИТОГО</b> |   | <b>216</b>     | <b>216</b> |                                       |

### 5.2. Содержание разделов практики (по лекциям) не предусмотрено

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

| № п/п                            | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов практики, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                  |   | 1.1   | 1.2 | 1.3 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 4.1 | 4.2 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 1.                               | материалы электронной техники   |   | +   | +   |     |     | +   | +   | +   | +   | +   |
| 2.                               | твердотельная электроника   |   | +   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3.                               | вакуумная и плазменная электроника  |   |     |     | +   | +   |     |     |     |     | +   |
| 4.                               | наноэлектроника   |   |     | +   |     |     | +   | +   | +   |     |     |
| 5.                               | физика полупроводников  |   |     | +   |     |     | +   | +   | +   |     |     |
| 6.                               | технология материалов микро- и наноэлектроники                                    |   |     | +   | +   | +   | +   | +   | +   |     |     |
| 7.                               | элементы и приборы наноэлектроники  |   |     | +   |     |     | +   | +   | +   |     |     |
| <b>Последующие дисциплины</b>    |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 1.                               | процессы микро- и нанотехнологии  |   |     | +   | +   | +   |     |     |     |     | +   |
| 2.                               | основы технологии электронной компонентной базы                                   |   |     | +   | +   | +   | +   | +   | +   |     |     |
| 3.                               | технология кремниевой наноэлектроники   |   |     | +   |     |     | +   | +   | +   |     |     |

#### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при прохождении практики, и видов занятий

| Перечень компетенций | Виды занятий | Формы контроля  |
|----------------------|--------------|---|
|                      | СРС          |   |
| ПК-2                 | +            | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита практики. |
| ПК-3                 | +            | Собеседование с руководителем от предприятия.<br>Отчет по практике. Защита практики.  |
| ПК-8                 | +            | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита практики. |
| ПСК-2                | +            | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита практики. |

#### 6. СПОСОБЫ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Способы проведения практики:

- стационарная;
- выездная.

Практика организуется выпускающей кафедрой Физической электроники в соответствии с учебным планом направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»:

- на выпускающей кафедре ФЭ и других подразделениях ТУСУРа (НОЦ «Нанотехнологии»);
- в лабораториях, отделах и цехах НИИ (АО «НИИ ПП»);
- на производственных предприятиях, представляющих электронную промышленность и связанных с разработкой, изготовлением или исследованием приборов микро- и нанoeлектроники (АО «НПФ Микран», АО «НПЦ «Полус»).

Сроки прохождения практики определяются графиком учебного процесса.

До начала практики предприятия, НИИ и учреждения обязаны заключить договор с ТУСУРом. Договор должен гарантировать условия прохождения практики студентов и ее руководство.

Во время прохождения практики студент ведет дневник с подробным описанием всех проводимых работ. Если практика проводится в сторонней организации, по окончании практики подпись руководителя заверяется печатью организации.

Форма проведения – дискретно.

#### 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

не предусмотрено

#### 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

не предусмотрено

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | № раздела дисциплины | Виды самостоятельной работы<br>(детализация)   | Трудоемкость<br>(час.) | Компетенции<br>ОК, ПК, ПСК | Контроль выполнения работы  |
|-------|----------------------|--|------------------------|----------------------------|---|
| 1.    | 1.1.                 | Изучение федерального государственного образовательного стандарта (п. 12.1.1) и методических указаний по организации практики (п. 12.1.2).<br>Определение места прохождения практики.<br>Назначение руководителя практики от предприятия.  | 4                      | ПК-8                       | Собеседование с руководителем практики от кафедры.  |
| 2.    | 1.2.                 | Ознакомление с уставом предприятия, его структурой, экономикой, его технологическим и измерительным оборудованием, выпускаемой продукцией.   | 10                     | ПК-8, ПСК-2                | Собеседование с руководителем от предприятия.   |
| 3.    | 1.3.                 | Изучение соответствующих стандартов, ГОСТов и ОСТов по обеспечению безопасности жизнедеятельности на рабочем месте.<br>Сдача инструктажа по технике безопасности на рабочем месте руководителю практики от предприятия.  | 4                      | ПК-8, ПСК-2                | Собеседование с руководителем от предприятия.   |
| 4.    | 2.1.                 | Формулировка темы индивидуального задания на практику.<br>Подготовка плана предстоящих производственных работ.   | 4                      | ПК-8, ПСК-2                | Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Собеседование с руководителем от предприятия.                  |
| 5.    | 2.2.                 | Подготовка плана предстоящих производственных работ.   | 4                      | ПК-2, ПК-3                 | Утверждение темы индивидуального задания на практику. План производственных работ. Собеседование с руководителем практики от кафедры. |
| 6.    | 3.1.                 | Изучение организационной структуры конструкторских служб, их взаимодействие с другими службами организации; назначения и основных технических характеристик разрабатываемых изделий, принципов конструирования и компоновки приборов; автоматизации конструкторской работы и применения компьютерных технологий при конструировании.<br>Самостоятельная разработка эскизной конструкторской документации.  | 45                     | ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПСК-2    | Собеседование с руководителем от предприятия. Отчет по практике. Защита практики.   |
| 7.    | 3.2.                 | Изучение организационной структуры и функций технологических служб (отделов и цехов), их связь с прочими подразделениями; основных технологических процессов и оборудования, используемых на данном предприятии для изготовления полупроводниковых приборов, микросхем, электронных устройств; принципов разработки технологического оснащения, принципов подбора необходимого контрольно-измерительного оборудования.<br>Самостоятельная работа на технологическом оборудовании, которое обеспечивает от- | 45                     | ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПСК-2    | Собеседование с руководителем от предприятия. Отчет по практике. Защита практики.   |

|              |      |   |            |                         |   |
|--------------|------|---|------------|-------------------------|---|
|              |      | дельную технологическую операцию изготовления полупроводниковых приборов. Самостоятельная разработка отдельного этапа технологического маршрута изготовления полупроводниковых приборов в соответствии с индивидуальным заданием студента.  |            |                         |   |
| 8.           | 3.3. | Изучение структуры, организации и функций исследовательской лаборатории и метрологической службы, их взаимодействия с другими подразделениями и контрольно-измерительной и испытательной аппаратуры, применяемой в этих лабораториях. Самостоятельное проведение измерений и обработки результатов. | 40         | ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПСК-2 | Собеседование с руководителем от предприятия. Отчет по практике. Защита практики. |
| 9.           | 4.1. | Оформление дневника и отчета по практике в соответствии с требованиями к оформлению научно-технической документации. Формулировка выводов по производственной (технологической) практике.   | 10         | ПК-3                    | Собеседование с руководителем от предприятия. Отчет по практике. Защита практики. |
| 10.          | 4.2. | Подготовка к защите отчета по практике.   | 10         | ПК-3                    | Собеседование с руководителем от предприятия. Отчет по практике. Защита практики. |
| <b>ИТОГО</b> |      |   | <b>216</b> |                         |   |

#### **Перечень примерных тем индивидуальных заданий на практику:**

1. Разработка светового модуля для светильника СС-329Е.
2. Освоение технологических возможностей контроля основных параметров светодиодных ламп.
3. Изучение характеристик солнечных элементов.
4. Измерение электрических параметров элементов GaAs плат микроэлектронных на ручной зондовой станции Suss PM5.
5. Контрольные операции в технологическом маршруте изготовления кристалла варикапа.
6. Разработка программного модуля редактора карт раскроя полупроводниковых пластин.
7. Исследование влияния ИК излучения на дрейф емкости.
8. Исследование динамических характеристик фотоэлектронного преобразователя в различных диапазонах длин волн.
9. Исследование влияния кислородной плазмы на утонения слоев резиста.
10. Изготовление и испытания импульсных диодов в корпусе КД-106.
11. Технология сборки и испытаний варикапных матриц на основе арсенида галлия.
12. Сборка экспериментальных светодиодов ИК – диапазона в металлопластиковом корпусе размерами 3\*2 мм поверхностного монтажа.
13. Разработка датчиков на основе арсенида галлия.

#### **10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)**

не предусмотрено



## 11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Таблица 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности  | Всего по разделам |
|--|-------------------|
| Оценка руководителя практики от предприятия (оценивается качество выполнения индивидуального задания, уровень знаний и готовности к самостоятельной работе, законченность выполнения проводимых работ) | 20                |
| Согласование индивидуального задания на практику   | 5                 |
| Формулировка целей и задач предстоящих производственно-технологических работ   | 5                 |
| Проведение производственно-технологических работ   | 20                |
| Проведение измерений и экспериментальных исследований  | 10                |
| Оформление отчета по практике  | 10                |
| <b>Итого максимум</b>  | <b>70</b>         |
| Защита практики (максимум)   | 30                |
| <b>Нарастающим итогом</b>  | <b>100</b>        |

Таблица 11.2. Пересчет баллов в оценки за практику

| Баллы за практику                          | Оценка |
|--|--------|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов        | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов | 3      |
| < 60 % от максимальной суммы баллов        | 2      |

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)<br>(зачтено)                  | 85 – 89  | B (очень хорошо)        |
|  | 75 – 84  | C (хорошо)              |
|  | 70 – 74  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно)<br>(зачтено)       | 65 – 69  | E (посредственно)       |
|  | 60 – 64  | F (неудовлетворительно) |
| 2 (неудовлетворительно),<br>(не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

Аттестация по итогам практики проводится на основании защиты оформленного отчета и отзыва руководителя практики. По итогам положительной аттестации студенту выставляется дифференцированная оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

Оценка по практике приравнивается к оценкам по дисциплинам теоретического обучения и учитывается при подведении итогов промежуточной (сессионной) аттестации студентов.

## 12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

### 12.1 Основная литература

12.1.1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень бакалавриата). Приказ от 12.03.2015 г., №218. – [электронный ресурс]. – <http://base.garant.ru/70962172/>

12.1.2. Положение об организации и проведении практик студентов, обучающихся в ТУСУРе, утверждено первым проректором 20.11.2014 г. – [электронный ресурс]. – <http://old.tusur.ru/ru/education/documents/inside/doc-table.html#14>

12.1.3. Положение о предприятиях-базах практик студентов, обучающихся в ТУСУРе, утверждено первым проректором 20.11.2014 г. – [электронный ресурс]. – <http://old.tusur.ru/ru/education/documents/inside/doc-table.html#14>

### 12.2 Дополнительная литература

12.2.1. Оборудование для создания и исследования свойств объектов нанoeлектроники [Текст]:

учебное пособие / Т. И. Данилина, И. А. Чистоедова; Министерство образования и науки Российской Федерации, государственная корпорация « Российская корпорация нанотехнологий», Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: В-Спектр, 2011. – 96 с. - [электронный ресурс] .- адрес: <http://edu.tusur.ru/publications/547>

12.2.2. Технология кремниевой нанoeлектроники [Текст] : учебное пособие / Т. И. Данилина, В. А. Кагадей, Е. В. Анищенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2-е изд. - Томск : ТУСУР, 2015. - 319 с. (30)

12.2.3. Смирнова К.И. Процессы микро- и нанотехнологии. Учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2012. – 183 с. - [электронный ресурс] .- адрес: [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=240](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=240)

### **12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение**

12.3.1. Производственно-технологическая практика [Текст]: методические указания для студентов подготовки по направлениям 210100 – Электроника и нанoeлектроника, 210600 – Нанотехнология, 222900 – Нанотехнологии и микросистемная техника / К.И. Смирнова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. – Томск: [б. и.], 2012. – 14 с. (20)

## **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

Основной формой прохождения практики является непосредственное участие обучающегося в работе структурных подразделений организации.

Практика организуется выпускающей кафедрой Физической электроники в соответствии с учебным планом направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»:

- на выпускающей кафедре ФЭ и других подразделениях ТУСУРа (НОЦ «Нанотехнологии»);
- в лабораториях, отделах и цехах НИИ (АО «НИИ ПП»);
- на производственных предприятиях, представляющих электронную промышленность и связанных с разработкой, изготовлением или исследованием приборов микро- и нанoeлектроники (АО «НПФ Микран», АО «НПЦ «Полюс»).

---

**Приложение к рабочей программе**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИО-  
ЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)**

**Производственная практика:**

**практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональ-  
ной деятельности**

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) Микроэлектроника и твердотельная электроника

Квалификация (степень) Бакалавр

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ) \_\_\_\_\_

Курс 3 Семестр 6

Учебный план набора 2013, 2014, 2015, 2016 года и последующих лет

Зачет \_\_\_\_\_ семестр

Зачет с оценкой 6 семестр

Экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Разработчики: профессор кафедры Смирнов С.В.

доцент кафедры ФЭ Чистоедова И.А.

Томск 2016

# 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе практики «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» 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 «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций**

| <b>Код</b>  | <b>Формулировка компетенции</b>  | <b>Этапы формирования компетенции</b>  |
|-------------|--|--|
| <b>ПК-2</b> | способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; | Должен знать физические принципы основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.<br>Должен уметь выбирать методы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники.<br>Должен владеть методами измерения параметров и характеристик изделий микро- и наноэлектроники. |
| <b>ПК-3</b> | готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций;   | Должен знать принципы организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы.<br>Должен уметь устанавливать связь полученных теоретических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики.<br>Должен владеть навыками анализа и систематизации результатов исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.  |
| <b>ПК-8</b> | способностью выполнять работы по   | Должен знать назначение, состав,   |

|              |  |   |
|--------------|--|---|
|              | технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники;  | конструкцию, принцип работы, технологию изготовления, условия монтажа и технической эксплуатации изделий микро- и нанoeлектроники.<br>Должен знать структуру предприятия, функции его подразделений, их взаимосвязь и подчиненность.<br>Должен знать правила охраны труда и техники безопасности на рабочем месте.<br>Должен уметь выполнять производственные задания по технологической подготовке производства материалов и приборов микро- и нанoeлектроники.<br>Должен владеть технологией монтажа, сборки и настройки отдельных узлов и блоков электронных устройств.                    |
| <b>ПСК-2</b> | готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники. | Должен знать современные технологические процессы изготовления изделий микро- и нанoeлектроники;<br>Должен знать технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов.<br>Должен уметь освоить и выполнять технологические операции на закрепленном за студентом месте;<br>Должен уметь осуществлять операционный контроль производства материалов и приборов микро- и нанoeлектроники.<br>Должен владеть навыками разработки операционных карт изготовления изделий микро- и нанoeлектроники. |

## 2 Реализация компетенций

### 1 Компетенция ПК-2

**ПК-2: способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

**Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| <b>1. Состав</b>                        | <b>Знать</b>  | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>  |
|---|---|---|---|
| <b>Содержание этапов</b>                | Знает физические принципы основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.       | Умеет выбирать методы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники.   | Владеет методами измерения параметров и характеристик изделий микро- и нанoeлектроники.   |
| <b>Виды занятий</b>                     | Самостоятельная работа студентов  | Самостоятельная работа студентов  | Самостоятельная работа студентов  |
| <b>Используемые средства оценивания</b> | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита отчета по практике. | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита отчета по практике. | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита отчета по практике. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| <b>Показатели и критерии</b>     | <b>Знать</b>  | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>   |
|----------------------------------|---|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b> | 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 |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>  | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в преде-   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании,            |

|  |                                   |  |  |
|--|-----------------------------------|--|--|
|  | лах изучаемой области             | решения определенных проблем в области исследования                  | приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении                                     |

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

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| <b>Показатели и критерии</b>     | <b>Знать</b>   | <b>Уметь</b>   | <b>Владеть</b>   |
|----------------------------------|--|--|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>знает физические принципы основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения,</li> <li>понимает условия и границы применения этих методов;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>демонстрирует базовые инженерные знания и понимание научных принципов, лежащих в основе методов экспериментального исследования;</li> <li>обладает диапазоном практических умений, требуемых для сравнения и выбора методов экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники</li> <li>умеет объяснить и интерпретировать полученные экспериментальные результаты</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>свободно владеет методами эффективного измерения параметров и характеристик изделий микро- и нанoeлектроники</li> </ul> |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>знает физические принципы основных экспериментальных методов</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет выбирать методы экспериментального исследования параметров и характеристик</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>владеет методами измерения параметров и характеристик изделий</li> </ul>  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | <p><i>исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения,</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>понимает условия и границы применения этих методов;</i></li> </ul>             | <p><i>приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники</i></p>   | <p><i>микро- и наноэлектроники</i></p>  |
| <p><b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>имеет представление об физических принципах основных экспериментальных методов исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>умеет решать простые задачи по выбору методов экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>способен проводить измерения параметров и характеристик изделий микро- и наноэлектроники при прямом наблюдении</i></li> </ul> |

## 2 Компетенция ПК-3

**ПК-3: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций**

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**

| 2. Состав         | Знать                              | Уметь                                       | Владеть                               |
|-------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Содержание этапов | Знает принципы организации научно- | Умеет устанавливать связь полученных теоре- | Владеет навыками анализа и системати- |



|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   | исследовательской и опытно-конструкторской работы.  | тических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики.                | зации результатов исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций. |
| <b>Виды занятий</b>                     | Самостоятельная работа студентов  | Самостоятельная работа студентов   | Самостоятельная работа студентов  |
| <b>Используемые средства оценивания</b> | Собеседование с руководителем от предприятия.<br>Отчет по практике.<br>Защита отчета по практике. | Собеседование с руководителем от предприятия.<br>Отчет по практике. Защита отчета по практике. | Собеседование с руководителем от предприятия.<br>Отчет по практике.<br>Защита отчета по практике.       |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

**Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| <b>Показатели и критерии</b>                 | <b>Знать</b>  | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>   |
|--|---|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b>             | 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   |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>              | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | Обладает базовыми общими знаниями   | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач  | Работает при прямом наблюдении   |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

**Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| <b>Показатели и критерии</b>                 | <b>Знать</b>   | <b>Уметь</b>   | <b>Владеть</b>  |
|--|--|--|---|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>знает принципы организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет устанавливать связь полученных теоретических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>свободно владеет навыками анализа и систематизации результатов исследований,</li> <li>свободно владеет разными способами представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</li> </ul> |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>знает принципы организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет устанавливать связь полученных теоретических знаний и практических навыков, приобретаемых при прохождении практики</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>владеет навыками анализа и систематизации результатов исследований, а также разными способами представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</li> </ul>                            |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>ознакомлен с принципами организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет работать со справочной литературой для установления связи между теоретическими знаниями и результатами практической работы</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>способен представлять материалы и результаты исследований в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</li> </ul>   |

### 3 Компетенция ПК-8

**ПК-8: способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 8.

**Таблица 8– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| <b>Состав</b>                           | <b>Знать</b>   | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>  |
|---|--|---|---|
| <b>Содержание этапов</b>                | Знает назначение, состав, конструкцию, принцип работы, технологию изготовления, условия монтажа и технической эксплуатации изделий микро- и наноэлектроники.<br>Знает структуру предприятия, функции его подразделений, их взаимосвязь и подчиненность.<br>Знает правила охраны труда и техники безопасности на рабочем месте. | Умеет выполнять производственные задания по технологической подготовке производства материалов и приборов микро- и наноэлектроники.   | Владеет технологией монтажа, сборки и настройки отдельных узлов и блоков электронных устройств.   |
| <b>Виды занятий</b>                     | Самостоятельная работа студентов   | Самостоятельная работа студентов  | Самостоятельная работа студентов  |
| <b>Используемые средства оценивания</b> | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита отчета по практике.  | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита отчета по практике. | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита отчета по практике. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 9.

**Таблица 9 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| <b>Показатели и критерии</b> | <b>Знать</b> | <b>Уметь</b> | <b>Владеть</b> |
|------------------------------|--------------|--------------|----------------|
|------------------------------|--------------|--------------|----------------|

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b>             | 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   |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>              | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | Обладает базовыми общими знаниями   | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач  | Работает при прямом наблюдении   |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

**Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| <b>Показатели и критерии</b>     | <b>Знать</b>   | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>  |
|----------------------------------|--|---|---|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>знает назначение, состав, конструкцию, принцип работы, технологию изготовления, условия монтажа и технической эксплуатации изделий микро- и нанoeлектроники</li> <li>знает структуру предприятия, функции его подразделений, их взаимосвязь и подчиненность;</li> <li>знает правила охраны труда и</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет самостоятельно выполнять производственные задания по технологической подготовке производства материалов и приборов микро- и нанoeлектроники</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>владеет технологией монтажа, сборки и настройки отдельных узлов и блоков электронных устройств.</li> </ul> |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  | <i>техники безопасности на рабочем месте.</i>  |   |   |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• знает назначение, состав, конструкцию, принцип работы, технологию изготовления, условия монтажа и технической эксплуатации изделий микро- и нанoeлектроники</li> <li>• знает принципы экономики, организации и управления производством</li> <li>• знает правила охраны труда и техники безопасности на рабочем месте.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет выполнять производственные задания по технологической подготовке производства материалов и приборов микро- и нанoeлектроники</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет отдельными операциями монтажа, сборки и настройки отдельных узлов и блоков электронных устройств.</li> </ul> |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• имеет представление об структуре предприятия, основных функций его подразделений и их взаимосвязи;</li> <li>• знает правила охраны труда и техники безопасности на рабочем месте</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет выполнять простые производственные задания по технологической подготовке производства материалов и изделий микро- и нанoeлектроники</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• имеет навыки монтажа, сборки и настройки отдельных узлов и блоков электронных устройств.</li> </ul>                  |

#### 4 Компетенция ПСК-2

**ПСК-2: готовностью к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

**Таблица 11– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| <b>Состав</b>                           | <b>Знать</b>   | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>  |
|---|--|---|---|
| <b>Содержание этапов</b>                | Знает современные технологические процессы изготовления изделий микро- и нанoeлектроники; Знает технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов. | Умеет освоить и выполнять технологические операции на закрепленном за студентом месте; Умеет осуществлять операционный контроль производства материалов и приборов микро- и нанoeлектроники.                | Владеет навыками разработки операционных карт изготовления изделий микро- и нанoeлектроники.  |
| <b>Виды занятий</b>                     | Самостоятельная работа студентов   | Самостоятельная работа студентов  | Самостоятельная работа студентов  |
| <b>Используемые средства оценивания</b> | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита практики.  | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита практики. | Собеседование с руководителем практики от кафедры. Собеседование с руководителем от предприятия. Тема индивидуального задания на практику. План производственных работ. Отчет по практике. Защита практики. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 12.

**Таблица 12 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| <b>Показатели и критерии</b>     | <b>Знать</b>                                      | <b>Уметь</b>   | <b>Владеть</b>  |
|----------------------------------|---|--|---|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b> | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует дей- |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | пределах изучаемой области с пониманием границ применимости                 | развития творческих решений, абстрагирования проблем   | ствия работы   |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>              | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | Обладает базовыми общими знаниями   | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач                                       | Работает при прямом наблюдении   |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 13.

**Таблица 13 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| <b>Показатели и критерии</b>     | <b>Знать</b>  | <b>Уметь</b>  | <b>Владеть</b>   |
|----------------------------------|---|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>знает современные технологические процессы изготовления изделий микро- и наноэлектроники ;</li> <li>знает технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>обладает диапазоном практических умений, требуемых для освоения и выполнения технологических операций на закрепленном за студентом месте;</li> <li>умеет осуществлять операционный контроль производства материалов и приборов микро- и наноэлектроники</li> </ul> | владеет навыками разработки операционных карт изготовления изделий микро- и наноэлектроники. |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>знает базовые технологические процессы изготовления</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет освоить и выполнять технологические операции на</li> </ul>   | владеет навыками разработки операционных карт изготовления из-                               |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   | <p><i>изделий микро- и наноэлектроники</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>знает основное технологическое оборудование, аппаратуру, контрольно-измерительные приборы и инструменты, а также средства автоматизации производственных процессов</i></li> </ul>                                  | <p><i>закрепленном за студентом месте;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>умеет осуществлять операционный контроль производства материалов и приборов микро- и наноэлектроники</i></li> </ul> | <p><i>делий микро- и наноэлектроники.</i></p>  |
| <p><b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>имеет представление о базовых технологических процессах изготовления изделий микро- и наноэлектроники</i></li> <li>• <i>имеет представление об основном технологическом оборудовании, аппаратуре, контрольно-измерительных приборах и инструментах</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>умеет решать простые задачи по выбору методов исследования и диагностики необходимых свойств нано- и микросистем</i></li> </ul>                                    | <p><i>имеет навыки разработки операционных карт изготовления изделий микро- и наноэлектроники по прямому наблюдением инженера-технолога.</i></p> |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: индивидуальные задания на практику, дифференциальный зачет.

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 составе:

#### 3.1 Выполнение индивидуальных заданий по практике:

Выполнение индивидуального задания является основным пунктом программы практики. Темы заданий формируются, исходя из отдельных потребностей предприятия и с учетом учебных планов направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Примерная тематика индивидуальных заданий:

1. Разработка светового модуля для светильника СС-329Е.



2. Освоение технологических возможностей контроля основных параметров светодиодных ламп.
3. Изучение характеристик солнечных элементов.
4. Измерение электрических параметров элементов GaAs плат микроэлектронных на ручной зондовой станции Suss PM5.
5. Контрольные операции в технологическом маршруте изготовления кристалла варикапа.
6. Разработка программного модуля редактора карт раскроя полупроводниковых пластин.
7. Исследование влияния ИК излучения на дрейф емкости.
8. Исследование динамических характеристик фотоэлектронного преобразователя в различных диапазонах длин волн.
9. Исследование влияния кислородной плазмы на утонения слоев резиста.
10. Изготовление и испытания импульсных диодов в корпусе КД-106.
11. Технология сборки и испытаний варикапных матриц на основе арсенида галлия.
12. Сборка экспериментальных светодиодов ИК – диапазона в металлопластиковом корпусе размерами 3\*2 мм поверхностного монтажа.
13. Разработка датчиков на основе арсенида галлия.

### 3.2 Дифференциальный зачет:

Аттестация по итогам практики проводится на основании защиты оформленного отчета и отзыва руководителя практики.

Защита отчета имеет своей целью выяснить качество знаний, полученных студентом во время прохождения производственной практики, а также его умение грамотно изложить содержание отчета.

Отчет защищается в комиссии, назначенной руководителем практики.

По итогам положительной аттестации студенту выставляется дифференцированная оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

Оценка по практике приравнивается к оценкам по дисциплинам теоретического обучения и учитывается при подведении итогов промежуточной (сессионной) аттестации студентов.

## 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, в составе:

Методические материалы:

### 4.1 Основная литература

4.1.1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (уровень бакалавриата). Приказ от 12.03.2015 г., №218. – [электронный ресурс]. – <http://base.garant.ru/70962172/>

4.1.2. Положение об организации и проведении практик студентов, обучающихся в ТУ-СУРе, утверждено первым проректором 20.11.2014 г. – [электронный ресурс]. – <http://old.tusur.ru/ru/education/documents/inside/doc-table.html#14>

4.1.3. Положение о предприятиях-базах практик студентов, обучающихся в ТУСУРе, утверждено первым проректором 20.11.2014 г. – [электронный ресурс]. – <http://old.tusur.ru/ru/education/documents/inside/doc-table.html#14>

### 4.2 Дополнительная литература

4.2.1. Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники [Текст]: учебное пособие / Т. И. Данилина, И. А. Чистоедова; Министерство образования и науки Российской Федерации, государственная корпорация «Российская корпорация нанотехнологий», Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск: В-Спектр, 2011. – 96 с. - [электронный ресурс] .- адрес: <http://edu.tusur.ru/publications/547>

4.2.2. Технология кремниевой наноэлектроники [Текст] : учебное пособие / Т. И. Данилина, В. А. Кагадей, Е. В. Анищенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2-е изд. - Томск : ТУСУР, 2015. - 319 с. (30)

4.2.3. Смирнова К.И. Процессы микро- и нанотехнологии. Учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2012. – 183 с. - [электронный ресурс] .- адрес: [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=240](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=240)

### 4.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

4.3.1. Производственно-технологическая практика [Текст]: методические указания для студентов подготовки по направлениям 210100 – Электроника и наноэлектроника, 210600 – Нанотехнология, 222900 – Нанотехнологии и микросистемная техника / К.И. Смирнова; Мини-

стерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра физической электроники. – Томск: [б. и.], 2012. – 14 с. (20)

### **5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ**

Основной формой прохождения практики является непосредственное участие обучающегося в работе структурных подразделений организации.

Практика организуется выпускающей кафедрой Физической электроники в соответствии с учебным планом направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника»:

– на выпускающей кафедре ФЭ и других подразделениях ТУСУРа (НОЦ «Нанотехнологии»);

– в лабораториях, отделах и цехах НИИ (АО «НИИ ПП»);

– на производственных предприятиях, представляющих электронную промышленность и связанных с разработкой, изготовлением или исследованием приборов микро- и наноэлектроники (АО «НПФ Микран», АО «НПЦ «Полус»).