

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:

Декан физико-математического  
факультета



Н.Б. Федорова  
«30» августа 2018 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Современные технологии электроники**  
**и инновации**

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
**бакалавриат**

Направление подготовки **27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки **Управление инновационной  
деятельностью**

Форма обучения **заочная**

Сроки освоения ОПОП **нормативный срок освоения 4 года 6 месяцев**

Факультет (институт) **физико-математический**

Кафедра **общей и теоретической физики и МПФ**

Рязань, 2018

## **ВВОДНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения учебной дисциплины **Современные технологии электроники и инновации** является формирование у бакалавров представлений о физико-химических принципах и методах современных технологий производства электронных приборов, технологическом и аналитическом оборудовании, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА**

**2.1.** Учебная дисциплина **Современные технологии электроники и инновации** относится к Блоку 1, циклу **Б.1.В.ДВ.13. 2 Дисциплины по выбору** (вариативная часть).

**2.2.** Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Физика;

Математика

Химия и материаловедение;

Управление производством;

Подготовка производства;

Управление инновационной деятельностью;

Промышленные технологии и инновации

**2.3.** Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Государственный экзамен.

## 2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) (общепрофессиональных- ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

| № п/п | Номер/индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части)  | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:  |   |   |
|-------|--------------------------|--|---|---|---|
|       |                          |  | Знать   | Уметь   | Владеть   |
| 1     | 2                        | 3  | 4   | 5   | 6   |
| 1.    | ОПК-4                    | Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения | Основные принципы организации технологического процесса производства электронных приборов.  | Корректно обосновать выбор технических средств для реализации технологического процесса с учетом требований экологии. | Навыками разработки технологических процессов производства электронных приборов с учетом требований экологии.   |
| 2.    | ОПК-5                    | Способностью использовать правила техники безопасности производственной санитарии пожарной безопасности и нормы охраны труда   | Основные правила производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда.     | Составлять инструкции по обеспечению безопасности разрабатываемых технологических процессов.                          | Навыками применения правил производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при разработке технологических процессов. |
| 3.    | ПК-7                     | способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов  | Основные принципы сбора и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки технологических процессов. | Проводить корректный анализ информации для обеспечения разработки технологических процессов.                          | Навыками применения методов поиска и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки технологических процессов.                |

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

| КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ  |   |  |   |                                   |  |
|---|---|--|---|-----------------------------------|--|
| НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ <b>Современные технологии электроники и инновации</b>                                       |   |  |   |                                   |  |
| Цель дисциплины   | Целью освоения учебной дисциплины <b>Современные технологии электроники и инновации</b> является формирование у бакалавров представлений о физико-химических принципах и методах современных технологий производства электронных приборов, технологическом и аналитическом оборудовании, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности. |  |   |                                   |  |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции: |   |  |   |                                   |  |
| КОМПЕТЕНЦИИ   | Перечень компонентов  | Технологии формирования  | Форма оценочного средства   | Уровни освоения компетенции       |  |
| ИНДЕКС  | ФОРМУЛИРОВКА  |  |   |                                   |  |
| ОПК-4   | Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения  | <b>Знать:</b> основные принципы организации технологического процесса производства электронных приборов.<br><b>Уметь:</b> корректно обосновать выбор технических средств для реализации технологического процесса с учетом требований экологии.<br><b>Владеть:</b> навыками разработки технологических процессов производства электронных приборов с | Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы. | Защита лабораторных работ, зачет. | <b>Пороговый:</b> Знает основные принципы организации технологического процесса производства электронных приборов. Способен анализировать степень экологичности технологических процессов.<br><b>Повышенный:</b> Владеет навыками разработки технологических процессов производства электронных приборов |

|                               |  |   |   |                                   |  |
|-------------------------------|--|---|---|-----------------------------------|--|
|                               |  | учетом требований экологии.   |   |                                   | с учетом требований экологии.  |
| ОПК-5                         | Способностью использовать правила техники безопасности производственной санитарии пожарной безопасности и нормы охраны труда | <p><b>Знать:</b> основные правила производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять инструкции по обеспечению безопасности разрабатываемых технологических процессов.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения правил производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при разработке технологических процессов.</p> | Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы. | Защита лабораторных работ, зачет. | <p><b>Пороговый:</b> Знает основные правила производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда.</p> <p><b>Повышенный:</b> Владеет навыками применения правил производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при разработке технологических процессов.</p> |
| Профессиональные компетенции: |  |   |   |                                   |  |
| КОМПЕТЕНЦИИ                   |  | Перечень компонентов  | Технологии формирования   | Форма оценочного средства         | Уровни освоения компетенции  |
| ИНДЕКС                        | ФОРМУЛИРОВКА   |   |   |                                   |  |

|      |   |  |   |                                   |  |
|------|---|--|---|-----------------------------------|--|
| ПК-7 | способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов | <p><b>Знать:</b> основные принципы сбора и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки технологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> Проводить корректный анализ информации для обеспечения разработки технологических процессов.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками применения методов поиска и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки технологических процессов.</p> | Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы. | Защита лабораторных работ, зачет. | <p><b>Пороговый:</b> Знает основные принципы сбора и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки технологических процессов. Способен анализировать степень достоверности информации.</p> <p><b>Повышенный:</b> Владеет навыками применения методов поиска и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки технологических процессов.</p> |
|------|---|--|---|-----------------------------------|--|

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы  | Всего часов        | Курс      |           |
|---|--------------------|-----------|-----------|
|   |                    | № 5       |           |
|   |                    | часов     |           |
| <i>1</i>  | <i>2</i>           | <i>3</i>  |           |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | 12                 | 12        |           |
| <b>В том числе:</b>   |                    |           |           |
| <b>Лекции (Л)</b>   | 4                  | 4         |           |
| <b>Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)</b>                                    |                    |           |           |
| <b>Лабораторные работы (ЛР)</b>   | 8                  | 8         |           |
| Самостоятельная работа студента (всего)   | 56                 | 56        |           |
| <b>В том числе</b>  |                    |           |           |
| <i>СРС в семестре:</i>  |                    |           |           |
| Курсовая работа   | КП                 | нет       | нет       |
|   | КР                 | нет       | нет       |
| <i>Другие виды СРС:</i>   |                    |           |           |
| <b>Изучение литературы</b>  | 26                 | 26        |           |
| <b>Подготовка тематических обзоров</b>  | 14                 | 14        |           |
| <b>Подготовка к зачету</b>  | 4                  | 4         |           |
| <b>Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ</b>                        | 12                 | 12        |           |
| <i>СРС в период сессии</i>  |                    |           |           |
| Вид промежуточной аттестации  | <b>зачет (З),</b>  | 4         | 4         |
|   | <b>экзамен (Э)</b> |           |           |
| <b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>  | часов              | <b>72</b> | <b>72</b> |
|   | зач. ед.           | <b>2</b>  | <b>2</b>  |

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

| № курса | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины                      | Содержание раздела в дидактических единицах  |
|---------|-----------|--|--|
| 1       | 2         | 3  | 4  |
| 5       | 1         | Введение   | Основные задачи электроники и микроэлектроники. Особенности технологии микроэлектроники. Современные тенденции развития. Структуры нанoeлектроники. Требования к полупроводниковым материалам. Технологический маршрут.  |
|         | 2         | Изготовление и обработка полупроводниковых пластин           | Абразивные материалы. Резка полупроводниковых слитков. Шлифовка и полировка пластин. Контроль качества обработки. Цели технохимических процессов подготовки подложек. Виды загрязнений поверхности подложек. Отмывка подложек. Химическая обработка. Парогазовая обработка. Ионно-плазменная и плазмохимическая обработка.   |
|         | 3         | Эпитаксия  | Основные методы эпитаксии. Газофазная эпитаксия кремния. Особенности химических реакций и технологические режимы. Оборудование газофазной эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Особенности технологии эпитаксии соединений АЗВ5. Дефекты и методы контроля.   |
|         | 4         | Формирование диэлектрических и проводящих пленок             | Назначение диэлектрических пленок в микро- и нанoeлектронике. Требования, предъявляемые к диэлектрическим пленкам. Термическое окисление кремния. Пиролитическое осаждение оксидных кремниевых пленок. Анодное окисление кремния. Осаждение термическим испарением. Реактивное катодное распыление оксида кремния. Пленки нитрида кремния. Дефекты и методы контроля. Назначение проводящих пленок в микроэлектронике. Технологии формирования проводящих пленок. Дефекты и методы контроля. |
|         | 5         | Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике. | Роль операций травления. Химическое травление. Ионно-плазменное травление. Реактивное ионно-плазменное травление.  |
|         | 6         | Литография   | Назначение литографии. Классификация методов литографии. Фотолитография. Фоторезисты. Фотошаблоны. Процесс фотолитографии Рентгенолитография. Электронная литография. Нанолитография. Дефекты и методы контроля.   |
|         | 7         | Методы легирования   | Способы локального легирования и их назначение. Термическая диффузия.  |



|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | Оборудование для диффузии. Распределение примеси при диффузии. Методы расчетов структур. Методы расчетов режимов диффузии. Диффузионные процессы при изготовлении ИМС. Ионная имплантация. Физические принципы. Оборудование. Методы расчета режимов и распределения примеси при ионной имплантации. Дефекты. Отжиг дефектов и диффузия. Применение термической диффузии и ионной имплантации в технологии ИМС. |
| 8 | Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем | Скрайбирование пластин. Особенности процессов сборки. Типы корпусов. Монтаж кристалла в корпус. Испытания полупроводниковых приборов и ИМС.   |

## 2.2. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

| № курса  | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины                      | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах) |          |           |           |           | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам) |
|----------|-----------|--|---|----------|-----------|-----------|-----------|---|
|          |           |  | Л   | ЛР       | СРС       | зачет     | всего     |   |
| <b>1</b> | <b>2</b>  | <b>3</b>   | <b>4</b>  | <b>5</b> | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>8</b>  | <b>9</b>  |
| 5        | 1         | Введение   | 1   |          | 6         |           | 7         | Тематический обзор  |
|          | 2         | Изготовление и обработка полупроводниковых пластин           | 1   |          | 6         |           | 7         | Тематический обзор  |
|          | 3         | Эпитаксия  | 1   |          | 6         |           | 7         | Тематический обзор  |
|          | 4         | Формирование диэлектрических и проводящих пленок             |   | 2        | 4         |           | 6         | Тематический обзор, Защита лабораторных работ               |
|          | 5         | Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике. |   | 2        | 4         |           | 6         | Тематический обзор<br>Защита лабораторных работ             |
|          | 6         | Литография   |   |          | 6         |           | 6         | Тематический обзор  |
|          | 7         | Методы легирования   | 1   | 4        | 14        |           | 19        | Тематический обзор, Защита лабораторных работ               |
|          | 8         | Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем        |   |          | 6         |           | 6         | Тематический обзор  |
|          |           | Подготовка к зачету (разделы дисциплины 1 – 8)               |   |          | 4         |           | 4         | <b>зачет</b>  |
|          |           | Зачет  |   |          |           | 4         | 4         | <b>зачет</b>  |
|          |           | ИТОГО за 5 курс  |   | <b>4</b> | <b>8</b>  | <b>56</b> |           | <b>72</b>   |
|          | ИТОГО     |  | <b>4</b>  | <b>8</b> | <b>56</b> |           | <b>72</b> |   |

## 2.4. Лабораторный практикум

| № курса  | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)             | Наименование лабораторных работ  | Всего часов |
|----------|-----------|--|--|-------------|
| <i>1</i> | <i>2</i>  | <i>3</i>   | <i>4</i>   | <i>5</i>    |
| <b>5</b> | 1         | Введение   |  |             |
|          | 2         | Изготовление и обработка полупроводниковых пластин           |  |             |
|          | 3         | Эпитаксия  |  |             |
|          | 4         | Формирование диэлектрических и проводящих пленок             | 1. Моделирование процесса термического окисления кремния.  | 2           |
|          | 5         | Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике. | 2. Изучение процессов химического травления кремния.   | 2           |
|          | 6         | Литография   |  |             |
|          | 7         | Методы легирования   | 3. Моделирование профиля распределения примеси при диффузии.<br>4. Расчет режимов диффузии (обратная задача диффузии). | 2<br>2      |
|          | 8         | Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем        |  |             |
|          |           | <b>ИТОГО в 5 курсе</b>                                       |  |             |

## 2.5. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

| № курса | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)             | Виды СРС  | Всего часов      |
|---------|-----------|--|---|------------------|
| 1       | 2         | 3  | 4   | 5                |
| 5       | 1.        | Введение   | 1. Изучение и конспектирование основной литературы<br>2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы<br>3. Написание тематического обзора.  | 2<br>2<br>2      |
|         | 2.        | Изготовление и обработка полупроводниковых пластин           | 1. Изучение и конспектирование основной литературы<br>2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы<br>3. Написание тематического обзора.  | 2<br>2<br>2      |
|         | 3.        | Эпитаксия  | 1. Изучение и конспектирование основной литературы<br>2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы<br>3. Написание тематического обзора.  | 2<br>2<br>2      |
|         | 4         | Формирование диэлектрических и проводящих пленок             | 1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы<br>2. Написание тематического обзора.<br>3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №1.<br>4. Подготовка к защите лабораторной работы №1. | 1<br>1<br>1<br>1 |
|         | 5         | Технологии травления поверхности в микро- и наноэлектронике. | 1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы<br>2. Написание тематического обзора.<br>3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №2.<br>4. Подготовка к защите лабораторной работы №2. | 1<br>1<br>1<br>1 |
|         | 6         | Литография   | 1. Изучение и конспектирование основной литературы<br>2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы<br>3. Написание тематического обзора.  | 2<br>2<br>2      |
|         | 7         | Методы легирования   | 1. Изучение и конспектирование основной литературы.<br>2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы.<br>3. Написание тематического обзора   | 2<br>2<br>2      |

|                        |   |  |                  |
|------------------------|---|--|------------------|
|                        |   | 4. Подготовка к выполнению лабораторной работы №3.<br>5. Подготовка к защите лабораторной работы №3.<br>6. Подготовка к выполнению лабораторной работы №4.<br>7. Подготовка к защите лабораторной работы №4. | 2<br>2<br>2<br>2 |
| <b>8</b>               | Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем | 1. Изучение и конспектирование основной литературы<br>2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы<br>3. Написание тематического обзора.   | 2<br>2<br>2      |
|                        | Зачет   | Изучение конспектов лекций по разделам 1–8.  | 4                |
| <b>ИТОГО в 5 курсе</b> |   |  | 56               |
| <b>ИТОГО</b>           |   |  | 56               |

### 3.2. График работы студента

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) (см. *Фонд оценочных средств*)

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств  
4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине (модулю)

*Рейтинговая система не используется.*

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**5.1. Основная литература**

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год  | Используется при изучении разделов | Курс | Количество экземпляров |            |
|-------|---|------------------------------------|------|------------------------|------------|
|       |   |                                    |      | В библиотеке           | На кафедре |
| 1     | 2   | 3                                  | 4    | 5                      | 6          |
| 1.    | Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] : учеб. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 480 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/41019">http://e.lanbook.com/book/41019</a> (дата обращения 01.12.2016)  | 1-8                                | 5    | ЭБС                    |            |
| 2.    | Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 396 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75505">http://e.lanbook.com/book/75505</a> (дата обращения 01.12.2016)  | 2-5, 7                             | 5    | ЭБС                    |            |
| 3.    | Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры / Ю. В. Гуляев [и др.] ; под ред. Ю. В. Гуляева. — Москва : Юрайт, 2016. — 460 с. — (Университеты России). — Режим доступа: <a href="https://www.biblio-online.ru/book/A0C6EAC5-4E68-4179-9E9F-22718110C907">https://www.biblio-online.ru/book/A0C6EAC5-4E68-4179-9E9F-22718110C907</a> (дата | 1-8                                | 5    | ЭБС                    |            |

|                       |  |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|--|
| обращения 01.12.2016) |  |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|--|

## 5.2. Дополнительная литература

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год   | Используется при изучении разделов | Курс | Количество экземпляров |            |
|-------|--|------------------------------------|------|------------------------|------------|
|       |  |                                    |      | В библиотеке           | На кафедре |
| 1     | 2  | 3                                  | 4    | 5                      | 6          |
| 1.    | Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс] : учеб. / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/67462">http://e.lanbook.com/book/67462</a> (дата обращения 01.12.2016)  | 1,2                                | 5    | ЭБС                    |            |
| 2.    | Трубочкина, Н.К. Нанoeлектроника и схемотехника [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата : в 2 ч. Часть 1 / Н. К. Трубочкина. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2016. — 269 с. — (Бакалавр. Академический курс). — Режим доступа: <a href="https://www.biblio-online.ru/book/03116B37-098E-4A9C-B40C-FBA9C5A834CF">https://www.biblio-online.ru/book/03116B37-098E-4A9C-B40C-FBA9C5A834CF</a> (дата обращения 01.12.2016) | 1-8                                | 5    | 2                      |            |
| 3.    | Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Ионно-плазменные технологии [Электронный ресурс] : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. С. Сигов, В. И. Иванов, П. А. Лучников, А. П. Суржиков ; под ред. А. С. Сигова. — Москва : Юрайт, 2016. — 270 с. — (Университеты России). — Режим доступа: <a href="https://www.biblio-online.ru/book/F97E4961-E46D-">https://www.biblio-online.ru/book/F97E4961-E46D-</a>    | 2,4,5                              | 5    | ЭБС                    |            |



|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| <a href="#">4BFC-99E4-AEDF9DD22E67</a><br>(дата обращения 01.12.2016) |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный (дата обращения: 10.11.2016).
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] : федеральный портал. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
3. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2016).
4. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 15.10.2016).
5. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2017).

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ERSTVAK [Электронный ресурс] : сайт компании ООО "ЭРСТВАК". – Режим доступа: <http://www.erstvok.com/about/> (дата обращения 15.10.2015)
2. NTD-MDT [Электронный ресурс] : официальный сайт ЗАО НТ-МДТ : описание методик применения сканирующей зондовой микроскопии. <http://www.ntmdt.ru/spm-principles> , свободный (дата обращения 15.10.2015)
3. Наножурнал [Электронный ресурс] : российский электронный журнал. – Режим доступа: [http://www.nanorf.ru/science.aspx?cat\\_id=394](http://www.nanorf.ru/science.aspx?cat_id=394) , свободный (дата обращения 15.10.2015)
4. Нанометр [Электронный ресурс] : сайт Нанотехнологического сообщества. – Режим доступа: [http://www.nanometer.ru/library\\_list.html](http://www.nanometer.ru/library_list.html), свободный (дата обращения 15.10.2015)
5. Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук [Электронный ресурс] : сайт : электронные версии журналов «Физика и техника полупроводников», «Физика твердого тела», «Журнал технической физики». – Режим доступа: <http://www.ioffe.ru/index.php?row=12&subrow=0>, свободный (дата обращения 15.10.2015)

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:** специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном.

**6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:** видеопроектор, ноутбук, переносной экран, для проведения демонстраций и опытов, полный комплект физических установок и приборов.

### **6.3. Требования к специализированному оборудованию:**

Специализированные установки согласно спискам оборудования предусмотренного для каждой лабораторной работы.

**6.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса:** *отсутствуют.*

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид учебных занятий  | Организация деятельности студента  |
|----------------------|--|
| Лекция               | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю. |
| Практические занятия | Не предусмотрены учебным планом.   |
| Курсовая работа      | Не предусмотрена учебным планом.   |
| Лабораторная работа  | Для выполнения лабораторных работ используются персональные компьютеры. Программное обеспечение SMathStudio (бесплатное ПО для математического моделирования). Методические указания по выполнению лабораторных работ находятся в лаборатории на рабочих местах  |
| Подготовка к зачету  | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.   |

## 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем *(при необходимости)*

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
2. Консультирование обучающихся посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса *отсутствуют.*

## 11. Иные сведения

| № семестра | № раздела | Виды контроля и аттестации и (ВК, ТАт, ПрАт)* | Наименование раздела учебной дисциплины | Оценочные средства          |                               |                                  |
|------------|-----------|---|---|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|            |           |   |   | Форма                       | Количество вопросов в задании | Количество независимых вариантов |
| <i>1</i>   | <i>2</i>  | <i>3</i>                                      | <i>4</i>                                | <i>5</i>                    | <i>6</i>                      | <i>7</i>                         |
| <b>8</b>   | <b>1</b>  | ТАт   | Введение                                | Защита тематического обзора | 2                             | 5                                |
|            | <b>2</b>  |   | Изготовление и                          | Защита                      | 2                             | 5                                |

|            |      |  |                              |   |    |
|------------|------|--|------------------------------|---|----|
|            |      | обработка полупроводниковых пластин                          | тематического обзора         |   |    |
| <b>3</b>   |      | Эпитаксия  | Защита тематического обзора, | 2 | 5  |
| <b>4</b>   |      | Формирование диэлектрических и проводящих пленок             | Защита тематического обзора, | 2 | 5  |
|            |      |  | Защита лабораторных работ    | 1 | 5  |
| <b>5</b>   |      | Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике. | Защита тематического обзора, | 2 | 5  |
|            |      |  | Защита лабораторных работ    | 1 | 5  |
| <b>6</b>   |      | Литография   | Защита тематического обзора  | 2 | 5  |
| <b>7</b>   |      | Методы легирования   | Защита лабораторных работ    | 1 | 5  |
| <b>8</b>   |      | Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем        | Защита тематического обзора  | 2 | 5  |
| <b>1-6</b> | ПрАт |  | Зачет                        | 2 | 30 |

### Требования к оформлению курсовых работ.

Не предусмотрены учебным планом.

### Планы лекций

#### Лекция 1. Введение

Основные задачи электроники и микроэлектроники. Особенности технологии микроэлектроники. Современные тенденции развития. Структуры нанoeлектроники. Требования к полупроводниковым материалам. Технологический маршрут.

#### Лекция 2. Изготовление и обработка полупроводниковых пластин (2 часа).

Абразивные материалы. Резка полупроводниковых слитков. Шлифовка и полировка пластин. Контроль качества обработки. Цели технохимических процессов подготовки подложек. Виды загрязнений поверхности подложек. Отмывка подложек. Химическая обработка. Парогазовая обработка. Ионно-плазменная и плазмохимическая обработка.

#### Лекция 3. Эпитаксия

Основные методы эпитаксии. Газофазная эпитаксия кремния. Особенности химических реакций и технологические режимы. Оборудование газофазной эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Особенности технологии эпитаксии соединений АЗВ5. Дефекты и методы контроля.

#### Лекция 4. Формирование диэлектрических и проводящих пленок).

Назначение диэлектрических пленок в микро- и нанoeлектронике. Требования,

предъявляемые к диэлектрическим пленкам. Термическое окисление кремния. Пиролитическое осаждение оксидных кремниевых пленок. Анодное окисление кремния. Осаждение термическим испарением. Реактивное катодное распыление оксида кремния. Пленки нитрида кремния. Дефекты и методы контроля. Назначение проводящих пленок в микроэлектронике. Технологии формирования проводящих пленок. Дефекты и методы контроля.

**Лекция 5. Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике .** Роль операций травления. Химическое травление. Ионно- плазменное травление. Реактивное ионно-плазменное травление.

#### **Лекция 6. Литография**

Назначение литографии. Классификация методов литографии. Фотолитография. Фоторезисты. Фотошаблоны. Процесс фотолитографии Рентгенолитография. Электронная литография. Нанолитография. Дефекты и методы контроля.

#### **Лекция 7. Методы легирования**

Способы локального легирования и их назначение. Термическая диффузия. Оборудование для диффузии. Распределение примеси при диффузии. Методы расчетов структур. Методы расчетов режимов диффузии. Диффузионные процессы при изготовлении ИМС. Ионная имплантация. Физические принципы. Оборудование. Методы расчета режимов и распределения примеси при ионной имплантации. Дефекты. Отжиг дефектов и диффузия. Применение термической диффузии и ионной имплантации в технологии ИМС.

#### **Лекция 8. Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем**

Скрайбирование пластин. Особенности процессов сборки. Типы корпусов. Монтаж кристалла в корпус. Испытания полупроводниковых приборов и ИМС.

### **Планы практических занятий**

Не предусмотрены учебным планом.

### **Планы лабораторных работ**

1. Моделирование процесса термического окисления кремния (2 часа).
2. Изучение процессов химического травления кремния (2 часа).
3. Моделирование профиля распределения примеси при диффузии (2 часа).
4. Моделирование двухстадийного процесса диффузии (2 часа).
5. Расчет глубины залегания p-n- перехода при диффузии (2 часа).
6. Расчет режимов диффузии (обратная задача диффузии) (2 часа).
7. Моделирование распределения примеси при ионной имплантации (2 часа).
8. Моделирование режимов ионной имплантации (2 часа).
9. Моделирование профиля распределения примеси в биполярном транзисторе, изготовленном термической диффузией (2 часа).

Для выполнения лабораторных работ используются персональные компьютеры. Программное обеспечение SMathStudio (бесплатное ПО для математического моделирования).

## Приложение 1

### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### *Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости*

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)  | Код контролируемой компетенции) или её части) | Наименование оценочного средства |
|-------|--|---|----------------------------------|
| 1.    | 1. Введение<br>2. Изготовление и обработка полупроводниковых пластин<br>3. Эпитаксия<br>4. Формирование диэлектрических и проводящих пленок<br>5. Технологии травления поверхности в микро- и нанoeлектронике.<br>6. Литография<br>7. Методы легирования<br>8. Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем | ОПК-4<br>ОПК-5<br>ПК-7                        | Зачет<br>5 курс                  |

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

| Индекс компетенции | Содержание компетенции   | Элементы компетенции  | Индекс элемента |
|--------------------|--|---|-----------------|
| ОПК-4              | Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения | <b>знать</b>  |                 |
|                    |  | <b>З1</b> основные принципы организации технологического процесса производства электронных приборов.  | <b>ОПК4 З1</b>  |
|                    |  | <b>уметь</b>  |                 |
|                    |  | <b>У1</b> корректно обосновать выбор технических средств для реализации технологического процесса с учетом требований экологии.   | <b>ОПК4 У1</b>  |
|                    |  | <b>владеть</b>  |                 |
|                    |  | <b>В1</b> навыками разработки технологических процессов производства электронных приборов с учетом требований экологии.   | <b>ОПК4 В1</b>  |
| ОПК-5              | Способностью использовать правила техники безопасности производственной санитарии пожарной безопасности и нормы охраны труда   | <b>знать</b>  |                 |
|                    |  | <b>З1</b> основные правила производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда.                               | <b>ОПК5 З1</b>  |
|                    |  | <b>Уметь</b>  |                 |
|                    |  | <b>У1</b> составлять инструкции по обеспечению безопасности разрабатываемых технологических процессов.  | <b>ОПК5 У1</b>  |
|                    |  | <b>владеть</b>  |                 |
|                    |  | <b>В1</b> Навыками применения правил производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при разработке технологических процессов. | <b>ОПК5 В1</b>  |
| ПК-7               | способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов  | <b>знать</b>  |                 |
|                    |  | <b>З1</b> основные принципы сбора и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки технологических процессов.                           | <b>ПК7 З1</b>   |
|                    |  | <b>Уметь</b>  |                 |

|  |  |  |               |
|--|--|--|---------------|
|  |  | <b>У1</b> Проводить корректный анализ информации для обеспечения разработки технологических процессов.   | <b>ПК7 У1</b> |
|  |  | <b>владеть</b>   |               |
|  |  | <b>В1</b> Навыками применения методов поиска и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки технологических процессов. | <b>ПК7 В1</b> |

### КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (лабораторные работы 5 курс)

| №  | *Содержание оценочного средства                                | Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов        |
|----|--|--|
| 1  | Физические принципы ионной имплантации.                        | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 2  | Технологические особенности ионной имплантации.                | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 3  | Дефекты при ионной имплантации.                                | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 4  | Отжиг и диффузия после ионной имплантации.                     | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 5  | Оборудование ионной имплантации.                               | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 6  | Методы расчета режимов ионной имплантации.                     | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 7  | Технологические особенности термического испарения материалов. | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 8  | Катодное распыление.   | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 9  | Ионно-плазменные технологии.                                   | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 10 | Плазмохимические технологии.                                   | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |



|    |  |  |
|----|--|--|
| 11 | Особенности процессов сборки полупроводниковых приборов и ИМС. | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 12 | Типы корпусов полупроводниковых приборов и ИМС.                | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 13 | Испытания полупроводниковых приборов и ИМС.                    | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 14 | Дефекты и методы контроля диффузионных структур.               | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 15 | Основные методы эпитаксии.                                     | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 16 | Особенности технологии эпитаксии соединений АЗВ5.              | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 17 | Дефекты эпитаксиальных пленок и методы контроля.               | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 18 | Требования, предъявляемые к защитным диэлектрическим пленкам.  | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 19 | Термическое окисление кремния.                                 | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 20 | Пиролитическое осаждение оксидных кремниевых пленок.           | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |

### **КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ 5 курс)**

| <b>№</b> | <b>*Содержание оценочного средства</b>                     | <b>Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов</b> |
|----------|--|--|
| 1        | Современные тенденции развития технологий микроэлектроники | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 2        | Требования к полупроводниковым материалам                  | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 3        | Абразивные материалы.                                      | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 4        | Резка полупроводниковых слитков.                           | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 5  | Шлифовка и полировка пластин.                                 | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 6  | Контроль качества обработки пластин.                          | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 7  | Цели технохимических процессов подготовки подложек            | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 8  | Отмывка подложек.   | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 9  | Химическая обработка подложек.                                | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 10 | Парогазовая обработка подложек.                               | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 11 | Ионно- плазменная и плазмохимическая обработка подложек.      | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 12 | Распределение примеси при диффузии.                           | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ППК7 31, У1, В1 |
| 13 | Технологические операции диффузии.                            | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ППК7 31, У1, В1 |
| 14 | Методы расчетов диффузионных структур.                        | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 15 | Методы расчетов режимов диффузии.                             | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 16 | Диффузионные процессы при изготовлении ИМС.                   | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 17 | Дефекты и методы контроля диффузионных структур.              | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 18 | Основные методы эпитаксии.                                    | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 19 | Особенности технологии эпитаксии соединений АЗВ5.             | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 20 | Дефекты эпитаксиальных пленок и методы контроля.              | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |
| 21 | Требования, предъявляемые к защитным диэлектрическим пленкам. | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 22 | Термическое окисление кремния.                       | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 23 | Пиролитическое осаждение оксидных кремниевых пленок. | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 24 | Анодное окисление кремния.                           | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 25 | Осаждение термическим испарением.                    | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 26 | Реактивное катодное распыление оксида кремния.       | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 27 | Пленки нитрида кремния.                              | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 28 | Дефекты и методы контроля оксидных пленок.           | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 29 | Фотолитография.                                      | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |
| 30 | Рентгенолитография.                                  | ОПК4 31, У1, В1<br>ОПК5 31, У1, В1<br>ПК7 31, У1, В1 |

## ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине **«Современные технологии электроники и инновации»** (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Зачтено» – оценка соответствует повышенному и пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не

достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.