


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 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСОБО ЧИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Уровень основной образовательной программы: **бакалавриат**

Направление подготовки: **16.03.01 Техническая физика**

Профиль: **Физическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Сроки освоения ОПОП: **4 года (нормативный)**

Факультет: **физико-математический**

Кафедра: **общей и теоретической физики и МПФ**

Рязань, 2019

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения учебной дисциплины **Особо чистые материалы для электроники** является формирование у бакалавров представлений о современных материалах, применяемых в микро- и нанoeлектронике, технологиях их получения и очистки, методах контроля основных параметров, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

**2.1.** Учебная дисциплина **Особо чистые материалы для электроники** относится к Блоку 1, циклу **Б.1.В.ДВ.9 Дисциплины по выбору** (вариативная часть).

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

- Физика;
- Химия;
- Измерительная техника;
- Электроника и схемотехника.

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

- Физика наноразмерных структур;
- Физика структур пониженной размерности;
- Современные промышленные технологии;
- Специальные вопросы нанотехнологий;
- Практикум по микро- и нанoeлектронике;
- 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-8	способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	Основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и наноэлектроники.	Использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники.	Навыками использования аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и наноэлектроники.
1.	ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов;	Основные способы получения чистых материалов для электроники и контроля их характеристик.	Корректно обосновать выбор методов получения чистых материалов и контроля их чистоты.	Навыками применения методов получения чистых материалов и контроля их чистоты.
2.	ПК-14	способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических,	Основные принципы построения технологического процесса производства чистых материалов и контроля их чистоты.	Корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для получения и исследования чистых материалов	Навыками применения аналитического и технологического оборудования для получения и исследования чистых материалов

		экономических и эстетических параметров			
--	--	---	--	--	--

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ <b>Особо чистые материалы для электроники</b>					
Цель дисциплины		Целью освоения учебной дисциплины <b>Особо чистые материалы для электроники</b> является формирование у бакалавров представлений о современных материалах, применяемых в микро- и нанoeлектронике, технологиях их получения и очистки, методах контроля основных параметров, 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-8	способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	<b>Знать:</b> основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и нанoeлектроники. <b>Уметь:</b> использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники. <b>Владеть:</b> навыками использования аналитического и	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	<b>Пороговый:</b> Знает основные закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и нанoeлектроники. Способен анализировать особенности применения различных аналитических и технологических методов. <b>Повышенный:</b> Владеет навыками

		технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.			использования аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов	<p><b>Знать:</b> основные способы получения чистых материалов для электроники и контроля их характеристик.</p> <p><b>Уметь:</b> корректно обосновать выбор методов получения чистых материалов и контроля их чистоты.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения методов получения чистых материалов и контроля их чистоты.</p>	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	<p><b>Пороговый:</b> Знает основные способы получения чистых материалов для электроники и контроля их характеристик. Способен анализировать область применимости известных способов производства и анализа чистых материалов.</p> <p><b>Повышенный:</b> Владеет навыками применения методов получения чистых материалов и контроля их чистоты.</p>

ПК-14	<p>способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров</p>	<p><b>Знать:</b> основные принципы построения технологического процесса производства чистых материалов и контроля их чистоты.  <b>Уметь:</b> Корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для получения и исследования чистых материалов  <b>Владеть:</b> Навыками применения аналитического и технологического оборудования для получения и исследования чистых материалов</p>	<p>Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.</p>	<p>Защита лабораторных работ, зачет.</p>	<p><b>Пороговый:</b> Знает основные принципы построения технологического процесса производства чистых материалов и контроля их чистоты. Способен анализировать области применения современных средств проектирования технологического процесса  <b>Повышенный:</b> Владеет навыками применения аналитического и технологического оборудования для получения и исследования чистых материалов</p>
-------	---	--	--	--	--

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		№ 5	
		часов	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	54	54	
<b>В том числе:</b>			
<b>Лекции (Л)</b>	18	18	
<b>Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)</b>			
<b>Лабораторные работы (ЛР)</b>	36	36	
Самостоятельная работа студента (всего)	54	54	
<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>	16	16	
<b>Подготовка тематических обзоров</b>	10	10	
<b>Подготовка к зачету</b>	8	8	
<b>Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ</b>	20	20	
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		
	экзамен (Э)		
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	<b>108</b>	<b>108</b>
	зач. ед.	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
5	1	Общие представления о чистых веществах	Классификация высокочистых веществ. Обращение с высокочистыми веществами. Технологические операции.
	2	Основные представления о процессах кристаллизации.	Кристаллическая структура. Дефекты в кристаллах. Рост кристаллов. Кристаллизация расплавов. Влияние примесей. Эффективный коэффициент распределения. Кристаллизация расплавов полупроводниковых соединений. Кристаллизация сложных соединений.
	3	Методы выращивания высокочистых полупроводниковых кристаллов.	Методы роста кристаллов с равномерным распределением примесей по длине. Меры борьбы с объемной неоднородностью. Выращивание монокристаллов с совершенной структурой. Технологическое оборудование.
	4	Технология полупроводникового кремния.	Физико-химические свойства кремния. Получение чистого поликристаллического кремния. Электрические свойства кремния и влияние на них примесей. Выращивание объемных монокристаллов кремния. Легирование кремния. Рост эпитаксиальных пленок.
	5	Технология сложных полупроводников	Физико-химические свойства некоторых сложных полупроводниковых соединений. Методы синтеза полупроводниковых соединений. Неразлагающиеся полупроводники. Антимониды индия и галлия. Термоэлектрические материалы. Разлагающиеся полупроводники. Карбид кремния. Арсенид галлия. Другие твердые растворы.
	6	Методы контроля качества высокочистых материалов	Контроль электрических свойств. Контроль структуры. Контроль химического состава.



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

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	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	Общие представления о чистых веществах	2			6	8	Тематический обзор (1 неделя)
	2	Основные представления о процессах кристаллизации.	2	2		8	12	Тематический обзор (2 неделя)
	3	Методы выращивания высокочистых полупроводниковых кристаллов.	4	4		8	16	Тематический обзор (3,4 неделя)
	4	Технология полупроводникового кремния.	4	6		8	18	Тематический обзор Защита лабораторных работ (5-9 неделя)
	5	Технология сложных полупроводников	4	8		8	20	Тематический обзор Защита лабораторных работ (10-14 неделя)
	6	Методы контроля качества высокочистых материалов	2	16		8	26	Тематический обзор (15-18 неделя)
		Разделы дисциплины 1 - 6				8	8	<b>зачет</b>
		ИТОГО за 5 семестр		<b>18</b>	<b>36</b>		<b>54</b>	<b>108</b>
	ИТОГО		<b>18</b>	<b>36</b>		<b>54</b>	<b>108</b>	

### 2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ 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>
5	1	Общие представления о чистых веществах		
	2	Основные представления о процессах кристаллизации.	1. Моделирование процессов кристаллизации простых полупроводниковых соединений.	2
	3	Методы выращивания высокочистых полупроводниковых кристаллов.	2. Моделирование процессов кристаллизации сложных соединений	4
	4	Технология полупроводникового кремния.	3. Изучение технологического процесса получения полупроводникового кремния. 4. Моделирование процесса легирования кремния.	2 4
	5	Технология сложных полупроводников	5. Изучение установки для синтеза полупроводниковых соединений методом зонной плавки. 6. Изучение установки для выращивания полупроводниковых монокристаллов методом Чохральского.	4 4
	6	Методы контроля качества высокочистых материалов	7. Измерение удельного сопротивления полупроводника четырехзондовым методом. 8. Исследование компенсационного метода. 9. Исследование эффекта Холла в полупроводниках. 10. Измерение времени жизни носителей заряда в кремнии.	4 4 4 4
		<b>ИТОГО в 5 семестре</b>		

### 2.4. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
5	1.	Общие представления о чистых веществах	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Написание тематического обзора.	2 2 2
	2.	Основные представления о процессах кристаллизации.	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Написание тематического обзора. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1.	2 2 2 2
	3.	Методы выращивания высокочистых полупроводниковых кристаллов.	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Написание тематического обзора. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №2.	2 2 2 2
	4	Технология полупроводникового кремния.	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4.	2 2 2 2
	5	Технология сложных полупроводников	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №5. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №6.	2 2 2 2
	6	Методы контроля качества высокочистых материалов	1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №7. 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №8. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №9. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №10.	2 2 2 2

		Зачет	Изучение конспектов лекций по разделам 1–6.	8
<b>ИТОГО в 5 семестре</b>				54
<b>ИТОГО</b>				54



#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств(см. *Фонд 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 (МОДУЛЯ)

##### 5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы) Наименование Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1.	Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс]: учебник / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – СПб.: Лань, 2015. – 448 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/67462">https://e.lanbook.com/book/67462</a> (дата обращения: 23.07.2019).	1-6	5	ЭБС	
2.	Свиридов, В.В. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Свиридов, А.В. Свиридов. – СПб.: Лань, 2016. – 600 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/87726">https://e.lanbook.com/book/87726</a> (дата обращения: 23.07.2019).	1-6	5	ЭБС	
3.	Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс]: учебник / Н.К. Юрков. – СПб.: Лань, 2014. — 480 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/41019">https://e.lanbook.com/book/41019</a> (дата обращения: 23.07.2019).	1-6	5	ЭБС	

## 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы) Наименование Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Мокроусов, Г.М. Межфазные превращения и формирование поверхности многокомпонентных полупроводников в жидких средах [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.М. Мокроусов, О.Н. Зарубина, Т.П. Бекезина. – СПб.: Лань, 2015. – 112 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/65046">https://e.lanbook.com/book/65046</a> (дата обращения: 23.07.2019).	2,3,5	5	ЭБС	
2.	Тимофеев, В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Б. Тимофеев. – СПб.: Лань, 2015. – 512 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/56612">https://e.lanbook.com/book/56612</a> (дата обращения: 23.07.2019).	6	5	ЭБС	
3.	Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.С. Волков. – СПб.: Лань, 2016. – 396 с. – Режим доступа: URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/75505">https://e.lanbook.com/book/75505</a> (дата обращения: 23.07.2019).	2-5	5	ЭБС	

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

Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.07.2019).

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

Нанометр: Нанотехнологическое общество [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [http://www.nanometer.ru/library\\_list.html](http://www.nanometer.ru/library_list.html) (дата обращения 10.07.2019)

## 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 специализированные лабораторные установки. Методические указания по выполнению лабораторных работ и описания установок 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.

1. Операционная система Windows Pro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2019-0142 от 30/03/2019г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

## 11. Иные сведения

### Приложение 1

#### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	1. Общие представления о чистых веществах 2. Основные представления о процессах кристаллизации. 3. Методы выращивания высокочистых полупроводниковых кристаллов. 4. Технология полупроводникового кремния. 5. Технология сложных полупроводников 6. Методы контроля качества высокочистых материалов	ОПК-8 ПК-1 ПК-14	Зачет 5 семестр

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОПК-8	способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> основные понятия, закономерности функционирования аналитического и технологического оборудования микро- и нанoeлектроники.	<b>ОПК8 З1</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>У1</b> использовать современные аналитические и технологические методы для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	<b>ОПК8 У1</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>В1</b> навыками использования аналитического и технологического оборудования для исследования и изготовления приборных структур микро- и нанoeлектроники.	<b>ОПК8 В1</b>
		<b>В1</b> навыками применения методов получения чистых материалов и контроля их чистоты.	<b>ПК1 В1</b>
ПК-14	способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов и узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических, экономических и эстетических параметров	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> основные принципы построения технологического процесса производства чистых материалов и контроля их чистоты.	<b>ПК14 З1</b>
		<b>Уметь</b>	
		<b>У1</b> Корректно обосновать выбор аналитического и технологического оборудования для получения и исследования чистых материалов	<b>ПК14 У1</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>В1</b> Навыками применения аналитического и технологического оборудования для получения и	<b>ПК14 В1</b>

		исследования чистых материалов	
--	--	--------------------------------	--

## КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ 5 СЕМЕСТР)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Какие легирующие примеси используют в технологии кремния?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
2	Какие свойства имеет кремний, легированный быстродиффундирующими примесями?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
3	Какие химические элементы создают глубокие энергетические уровни в кремнии?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
4	В чем заключается метод зонной плавки?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
5	Какое оборудование используется в методе зонной плавки?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
6	Назовите достоинства метода зонной плавки.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
7	В чем заключается метод Чохральского?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
8	Какое оборудование используется в методе Чохральского?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
9	Назовите достоинства метода Чохральского	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
10	Какие методы зондового измерения удельного сопротивления вам известны?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
11	Назовите достоинства четырехзондового метода.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
12	Поясните принцип четырехзондового метода.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
13	Поясните сущность эффекта Холла.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1

14	Назовите механизмы рассеяния носителей заряда.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
15	Что такое время жизни?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
16	Назовите основные критерии качества полупроводниковых материалов.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
17	Охарактеризуйте аморфные вещества.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
18	Изобразите зонную диаграмму аморфного кремния.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
19	Какими электрофизическими характеристиками обладают стеклообразные полупроводники?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
20	Какие материалы называют особо чистыми?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
21	Назовите критерии качества материалов	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
22	Назовите основные структурные характеристики.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
23	Какие виды дефектов кристаллической структуры вам известны?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
24	Какие аморфные полупроводники вам известны?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
25	Охарактеризуйте режимы процесса кристаллизации вещества.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
26	На что влияет скорость изменения температуры при кристаллизации?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
27	Назовите основные этапы технологического процесса получения кремния.	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
28	Каким образом происходит восстановление кремния из диоксида?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
29	Опишите реакцию восстановления моносилана?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1
30	Какие легирующие примеси используют в технологии кремния?	ОПК8 31, У1, В1 ПК1 31, У1, В1 ПК14 31, У1, В1

**«зачтено»** – оценка соответствует повышенному 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.

**«зачтено»** - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

**«зачтено»** - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

**«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.