

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Твердотельная микро- и нанoeлектроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СЕНСОРЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 111,7 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сарач О.Б.
	Идентификатор	R2562e7bf-SarachOB-f26c228a

(подпись)

О.Б. Сарач

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Баринов А.Д.
	Идентификатор	Ra98e1318-BarinovAD-f138ec4f

(подпись)

А.Д. Баринов

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошникова И.Н.
	Идентификатор	Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70caf8c

(подпись)

И.Н.

Мирошникова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение разновидностей полупроводниковых сенсоров, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения и методов их моделирования

### Задачи дисциплины

- освоение информации о физических основах работы и разновидностях полупроводниковых сенсоров;

- развитие способности аргументированно выбирать информацию о принципах действия и основных типах полупроводниковых сенсоров, изготовленных из различных полупроводниковых материалов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов и / или интегральных схем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов в соответствующих областях электроники	знать: - принципы работы полупроводниковых сенсоров, применяемых в различных устройствах электроники и наноэлектроники.  уметь: - самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Твердотельная микро- и наноэлектроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Материалы электронной техники», «Твердотельная электроника», «Физика твёрдого тела», «Основы технологии электронной компонентной базы» в объёме программы бакалавриата

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника	21	3	2	-	4	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 160-161, 287-288 [4], 7-18</p>	
1.1	Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника	21		2	-	4	-	-	-	-	-	15	-		
2	Сенсоры магнитного поля	14		2	-	2	-	-	-	-	-	-	10		-
2.1	Сенсоры магнитного поля	14		2	-	2	-	-	-	-	-	-	10		-

													<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сенсоры магнитного поля" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сенсоры магнитного поля"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 298-305 [2], 287-299</p>
3	Сенсоры температуры	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сенсоры температуры"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сенсоры температуры и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сенсоры температуры"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сенсоры температуры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 293-298 [3], 240-341</p>
3.1	Сенсоры температуры	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
4	Сенсоры давления и механических перемещений	19	2	-	2	-	-	-	-	-	15	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сенсоры давления и механических перемещений и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сенсоры давления и механических перемещений"</p>
4.1	Сенсоры давления и механических перемещений	19	2	-	2	-	-	-	-	-	15	-	

													<p>перемещений"  <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u>  Изучение материала по разделу "Сенсоры давления и механических перемещений"  подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  <u><b>Подготовка к текущему контролю:</b></u>  Повторение материала по разделу "Сенсоры давления и механических перемещений"  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [1], 288-293  [3], 342-458</p>
5	Полупроводниковые детекторы ядерных излучений	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Полупроводниковые детекторы ядерных излучений"</p>
5.1	Полупроводниковые детекторы ядерных излучений	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u>  Изучение материала по разделу "Полупроводниковые детекторы ядерных излучений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  <u><b>Подготовка к контрольной работе:</b></u>  Изучение материалов по разделу Полупроводниковые детекторы ядерных излучений и подготовка к контрольной работе  <u><b>Подготовка к текущему контролю:</b></u>  Повторение материала по разделу "Полупроводниковые детекторы ядерных излучений"  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [1], 305-311  [2], 455-467</p>
6	Химические сенсоры	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу</p>
6.1	Химические сенсоры	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	

													<p>"Химические сенсоры"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Химические сенсоры" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Химические сенсоры и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Химические сенсоры"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 311-314 [2], 511-543</p>
7	Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства	28	2	-	2	-	-	-	-	-	24	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 161-163</p>
7.1	Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства	28	2	-	2	-	-	-	-	-	24	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 161-163</p>

													[5], 564-603
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>94</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>16</b>	-	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>111.7</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника

##### 1.1. Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника

Классификация сенсоров. Выходные параметры и методы регистрации сигнала. Статические и динамические характеристики сенсоров. Краткий обзор применения сенсоров в технологии, космических летательных аппаратах, медицине, домашнем быту, энергетике и мониторинге окружающей среды.

#### 2. Сенсоры магнитного поля

##### 2.1. Сенсоры магнитного поля

Физические и химические принципы, лежащие в основе работы сенсоров магнитного поля. Тонкопленочные и монокристаллические датчики Холла. Магниторезисторы. Магнитодиоды. Технология изготовления. Параметры и конкретные данные по приборам. Области применения.

#### 3. Сенсоры температуры

##### 3.1. Сенсоры температуры

Термопары и термосопротивления. Использование полупроводниковых приборов в качестве температурных сенсоров. Приемники ИК-излучения и температурная сенсорика.

#### 4. Сенсоры давления и механических перемещений

##### 4.1. Сенсоры давления и механических перемещений

Полупроводниковые и металлические тензорезисторы. Физические и химические принципы, лежащие в основе работы сенсоров механических перемещений. Кремниевые мембранные сенсоры. Емкостные сенсоры на МДП структурах.

#### 5. Полупроводниковые детекторы ядерных излучений

##### 5.1. Полупроводниковые детекторы ядерных излучений

Физические и химические принципы, лежащие в основе работы полупроводниковых детекторов ядерных излучений. Конструкции детекторов ядерного излучения. Координатно-чувствительные приборы для регистрации треков частиц.

#### 6. Химические сенсоры

##### 6.1. Химические сенсоры

Пелисторы. Химические сенсоры на оксидных полупроводниках. Керамические и тонкопленочные сенсоры. Физика работы. Технология изготовления. Роль катализаторов. Стабильность и избирательность. Химические сенсоры на основе кремниевых полевых транзисторов.

#### 7. Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства

##### 7.1. Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства

Обработка сигнала сенсоров. Вопросы временной и температурной стабильности. Вопросы стандартизации. Конструкции сенсоров и вопросы корпусирования. Потребности и рынок. Перспективы развития. Интеллектуальные сенсорные устройства.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. 2. Характеристики сенсоров;
2. 8. Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства;
3. 7. Химические сенсоры;
4. 6. Полупроводниковые детекторы ядерных излучений;
5. 5. Сенсоры давления и механических перемещений;
6. 4. Сенсоры температуры;
7. 3. Сенсоры магнитного поля;
8. 1. Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сенсоры магнитного поля"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сенсоры температуры"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сенсоры давления и механических перемещений"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Полупроводниковые детекторы ядерных излучений"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Химические сенсоры"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
<b>Знать:</b>										
принципы работы полупроводниковых сенсоров, применяемых в различных устройствах электроники и нанoeлектроники	ИД-1ПК-1	+	+	+	+					Контрольная работа/Современные сенсоры Контрольная работа/Характеристики сенсоров
<b>Уметь:</b>										
самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	ИД-1ПК-1					+	+	+		Контрольная работа/Интеллектуальные сенсорные устройства Контрольная работа/Обработка сигналов сенсоров

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Интеллектуальные сенсорные устройства (Контрольная работа)
2. Обработка сигналов сенсоров (Контрольная работа)
3. Современные сенсоры (Контрольная работа)
4. Характеристики сенсоров (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Твердотельная электроника : учебное пособие для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника" / Э. Н. Воронков, [и др.] . – М. : АКАДЕМИЯ, 2009 . – 320 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-4618-1 .;
2. Фрайден, Д. Современные датчики : справочник : пер. с англ. / Д. Фрайден . – М. : Техносфера, 2005 . – 592 с. – (Мир электроники) . - ISBN 5-948360-50-4 .;
3. Аш, Ж. Датчики измерительных систем : В 2 кн. Кн.1. : пер. с фр. / Ж. Аш . – М. : Мир, 1992 . – 480 с. - ISBN 5-03-001641-4 .;
4. Г. В. Смирнов, В. С. Солдаткин, В. И. Туев- "Приборы и датчики экологического контроля", Издательство: "Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники", Томск, 2015 - (117 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480910>;
5. В. М. Шарапов, Е. С. Полищук, Н. Д. Кошевой, Г. Г. Ишанин, И. Г. Минаев, А. С. Совлуков- "Датчики: Справочное пособие", Издательство: "РИЦ Техносфера", Москва, 2012 - (624 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214292>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
17. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
18. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru; http://docs.cntd.ru/>
19. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
20. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
21. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Полупроводниковые сенсоры

(название дисциплины)

## 3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Характеристики сенсоров (Контрольная работа)  
 КМ-2 Современные сенсоры (Контрольная работа)  
 КМ-3 Обработка сигналов сенсоров (Контрольная работа)  
 КМ-4 Интеллектуальные сенсорные устройства (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника					
1.1	Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника		+	+		
2	Сенсоры магнитного поля					
2.1	Сенсоры магнитного поля		+	+		
3	Сенсоры температуры					
3.1	Сенсоры температуры		+	+		
4	Сенсоры давления и механических перемещений					
4.1	Сенсоры давления и механических перемещений		+	+		
5	Полупроводниковые детекторы ядерных излучений					
5.1	Полупроводниковые детекторы ядерных излучений				+	+
6	Химические сенсоры					
6.1	Химические сенсоры				+	+
7	Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства					
7.1	Вопросы обработки сигнала сенсоров и интеллектуальные сенсорные устройства				+	+
Вес КМ, %:			20	30	25	25