

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета В.А. Небольсин  
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«Микросенсорика»

Направление подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

 /Королев К.Г./

И.о. заведующего кафедрой  
Физики твердого тела

 /Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП

 /Стогней О.В./

Воронеж 2021

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Формирование знаний и умений в области физико-химических принципов работы, технологических особенностей производства и создания интегрированных сенсоров для систем управления, робототехники, контроля жидких и газовых сред

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Формирование знаний принципов работы датчиков на основе гальваномагнитных эффектов, датчиков давления, температуры, теплового излучения, скорости, ускорения, радиоактивного излучения, влажности, изображения, газоанализаторов

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

Дисциплина «Микросенсорика» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Микросенсорика» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен участвовать в разработке топологии монолитных интегральных схем, знаком с топологическими принципами построения интегральных схем.

ПК-4 - Способен участвовать в реализации технологических процессов в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем

ПК-5 - Способен учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий.

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-3	Знать топологии монолитных интегральных схем и топологические принципы построения интегральных схем
	Уметь разрабатывать топологии монолитных интегральных схем
	Владеть способностью разрабатывать топологии монолитных интегральных схем
ПК-4	Знать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем
	Уметь разрабатывать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих
	создание монолитных интегральных схем
	Владеть способностью разрабатывать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем
ПК-5	Знать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий
	Уметь учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий
	Владеть способностью учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Микросенсорика» составляет 3 з.е. Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	48

В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	12	12
<b>Самостоятельная работа</b>	60	60
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы	108	108
з.е.	3	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Элементы метрологии	Систематические и случайные погрешности.	4	2	4	10
		Основные методы построения градуировочных графиков. Электрические схемы формирования выходного сигнала пассивных сенсоров. Статический и динамический режим работы сенсоров				
2	Датчики на основе гальваномагнитных эффектов	Датчики магнитного поля на основе эффекта Холла. Магниторезистивные преобразователи. Гальваномагнитные преобразователи на активных элементах. Гальваномагниторекомбинационные преобразователи. Магниточувствительные интегральные схемы.	4	1	7	12
3	Датчики давления	Тензорезистивный эффект в полупроводниках. Первичные тензопреобразователи. Классификация интегральных тензопреобразователей давления. Принципы размещения тензорезисторов на мембранах полупроводниковых и интегральных тензопреобразователей давления	4	1	7	12
4	Датчики температуры и теплового излучения	Терморезистивные датчики. Термоэлектрические контактные датчики. Полупроводниковые датчики температуры на основе р-п перехода. Детекторы ИК-излучения.	4	1	7	12
5	Датчики скорости и ускорения	Акселерометры. Гироскопы.	4	1	7	12
6	Газоанализаторы	Адсорбция на поверхности твердых тел. Датчики на основе окислов металлов. Датчики на органических полупроводниках. Каталитические датчики. Электрохимические газовые датчики. Датчики на основе МДП-структур. Газовые датчики с барьером Шоттки. Газовые датчики на основе приборов, чувствительных к изменению массы	4	2	7	13

7	Датчики влажности	Единицы измерения влажности. Температурноградцентные датчики влажности. Сорбционные датчики влажности	4	1	7	12
8	Датчики изображения	Физические основы принципов работы полупроводниковых датчиков изображения. Составляющие элементы датчиков изображения. Виды полупроводниковых датчиков изображения и их основные функции. Особенности конструкций полупроводниковых датчиков изображения. Микролинзы. Датчики изображения с обратной засветкой. Организация переноса кадра в ПЗС-матрицах. Преимущества и недостатки КМОП перед ПЗС-матрицами.	4	2	7	13
9	Детекторы радиоактивного излучения	Сцинтилляционные детекторы. Ионизационные детекторы.	4	1	7	12
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>12</b>	<b>60</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	Знать топологии монолитных интегральных схем и топологические принципы построения интегральных схем.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Уметь разрабатывать топологии монолитных интегральных схем.	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью разрабатывать топологии монолитных интегральных схем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	Знать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью разрабатывать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
		курсвой работы		
	Уметь учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

## 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	Знать топологии монолитных интегральных схем и топологические принципы построения интегральных схем.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь разрабатывать топологии монолитных интегральных схем.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью разрабатывать топологии монолитных интегральных схем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	Знать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь разрабатывать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью разрабатывать технологические процессы в рамках планарной технологии, обеспечивающих создание монолитных интегральных схем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

Владеть способностью учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
--	--	--	------------------

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

- 1) К какому классу по виду измеряемой величины относятся термоэлектрические преобразователи на основе эффекта Зеебека?
  - a) Пассивные
  - b) Активные
  - c) Микромеханические
  - d) Термоэлектрические
  - e) Оптические
  - f) Магнитоэлектрические
  - g) Химические
- 2) К какому классу по способу формирования выходного электрического сигнала относятся терморезистивные преобразователи?
  - a) Пассивные
  - b) Активные
  - c) Микромеханические
  - d) Термоэлектрические
  - e) Оптические
  - f) Магнитоэлектрические
  - g) Химические
- 3) К какому классу по виду измеряемой величины относятся терморезистивные преобразователи?
  - a) Пассивные
  - b) Активные
  - c) Микромеханические
  - d) Термоэлектрические
  - e) Оптические
  - f) Магнитоэлектрические
  - g) Химические
- 4) К какому классу по способу формирования выходного электрического сигнала относятся пироэлектрические преобразователи?
  - a) Пассивные
  - b) Активные
  - c) Микромеханические

d) Термоэлектрические

e) Оптические

f) Магнитоэлектрические

g) Химические

5) К какому классу по виду измеряемой величины относятся термоэлектрические преобразователи?

a) Пассивные

b) Активные

c) Микромеханические

d) Термоэлектрические

e) Оптические

f) Магнитоэлектрические

g) Химические

6) К какому классу по способу формирования выходного электрического сигнала относятся фоторезисторы?

a) Пассивные

b) Активные

c) Микромеханические

d) Термоэлектрические

e) Оптические

f) Магнитоэлектрические

g) Химические

7) К какому классу по виду измеряемой величины относятся фоторезисторы?

a) Пассивные

b) Активные

c) Микромеханические

d) Термоэлектрические

e) Оптические

f) Магнитоэлектрические

g) Химические

8) К какому классу по способу формирования выходного электрического сигнала относятся фотодиоды?

a) Пассивные

b) Активные

c) Микромеханические

d) Термоэлектрические

e) Оптические

f) Магнитоэлектрические

g) Химические

9) К какому классу по виду измеряемой величины относятся фотодиоды?

a) Пассивные

b) Активные

- c) Микромеханические
- d) Термоэлектрические
- e) Оптические
- f) Магнитоэлектрические
- g) Химические

10) К какому классу по способу формирования выходного электрического сигнала относятся фототранзисторы?

- a) Пассивные
- b) Активные
- c) Микромеханические
- d) Термоэлектрические
- e) Оптические
- f) Магнитоэлектрические
- g) Химические

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных**

#### **задач**

1) Укажите последовательность этапов технологии тепловой поляризации?

- a) Нагрев материала
- b) Размещение материала в сильном электрическом поле
- c) Охлаждение материала

2) До какой температуры нагревается образец при тепловой поляризации?

- a) До температуры Кюри
- b) До комнатной температуры
- c) До температуры плавления
- d) До температуры 300 К

3) В каких пределах лежит коэффициент чувствительности тензоэлементов для металлических проводников?

- a) 2...6
- b) 40...200
- c)  $10^{-3}$ ... $10^{-1}$

4) В каких пределах лежит коэффициент чувствительности тензоэлементов для полупроводников?

- a) 2...6
- b) 40...200
- c)  $10^{-3}$ ... $10^{-1}$

5) В каком диапазоне температур используют терморезистивные сенсоры из платины и никеля?

- a) От минус 200 до 850 °С
- b) От 0 до 50 °С
- c) От 0 до 850 °С

b) Какой эффект лежит в основе работы термоэлектрических сенсоров?

- a) Эффект Зеебека
- b) Эффект Пельтье

- c) Эффект Томсона
- 7) При каких условиях возникает электрический заряд в пьезоэлектриках?
- в ответ на изменение температуры
  - при постоянной температуре выше 0 К
  - в ответ на изменение магнитного поля
  - при отсутствии внешних тепловых потоков
- 8) При каких условиях в терморезисторах выполняется закон Ома?
- При малых напряжениях и небольшом собственном тепловыделении
  - При больших напряжениях и большом собственном тепловыделении
  - При любых напряжениях
  - При любом собственном тепловыделении
- 9) Как называются преобразователи для измерения поглощенной энергии электромагнитного излучения в инфракрасном диапазоне?
- Болометры
  - Пьезоэлектрики
  - Терморезисторы
  - Кондуктометры
- 10) Что позволяет определить фотоэлектрический экспонометр?
- Количество освещения
  - Длину волны электромагнитного излучения
  - Силу электрического тока в цепи фотоприемника
  - Расстояние до объекта

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных**

#### **задач**

- Как определяется механическое напряжение?
  - Механическое напряжение прямо пропорционально модулю Юнга и относительной деформации материала
  - Механическое напряжение прямо пропорционально модулю Юнга и обратно пропорционально относительной деформации материала
  - Механическое напряжение обратно пропорционально модулю Юнга и прямо пропорционально относительной деформации материала
  - Механическое напряжение обратно пропорционально модулю Юнга и относительной деформации материала
- Как определяется фототок?
  - Разница между световым током и темновым током
  - Сумма светового тока и темнового тока
  - Только световым током
  - Только темновым током
- Можно ли с помощью неподвижной катушки индуктивности измерить постоянное магнитное поле?
  - Да, необходимо только вращать катушку с постоянной скоростью
  - Нет, может измерить только переменное магнитное поле
  - Да, можно

- d) Нет, катушка индуктивности не позволяет измерять магнитные поля
- 4) В какую сторону направлена сила Лоренца, если вектор магнитной индукции имеет направление «вперед», а электрический заряд движется в магнитном поле перпендикулярно «вправо»?
- a) вверх
  - b) вправо
  - c) вниз
  - d) влево
  - e) вперед
  - f) назад
- 5) Какую подвижность основных носителей зарядов имеют полупроводники  $InSb$ , которые используются для датчиков Холла?
- a)  $77000 \text{ см}^2 / (В \cdot с)$
  - b)  $8500 \text{ см}^2 / (В \cdot с)$
  - c)  $3800 \text{ см}^2 / (В \cdot с)$
  - d)  $125 \text{ см}^2 / (В \cdot с)$
- 6) Какие электроды необходимы для работы электрохимического датчика?
- a) Вспомогательные электрод
  - b) Рабочий электрод
  - c) Эталонный электрод
  - d) Вторичный электрод
- 7) Что является носителями заряда в электролите?
- a) Электроны
  - b) Ионы
  - c) Протоны
  - d) Нейтроны
- 8) Что является чувствительным элементом в пеллисторе?
- a) Платиновая катушка
  - b) Пористый каталитический металл - палладий
  - c) Пироэлектрический преобразователь
  - d) Фототранзистор
- 9) Что такое пеллистор?
- a) Детекторы для обнаружения малых концентраций легко воспламеняющихся газов
  - b) Детекторы температуры внутри шахт
  - c) Детекторы химических реакций в воздухе
  - d) Детекторы термоядерных реакций
- 10) Как изменится объем цилиндрического твердотельного проводника при воздействии на него растягивающего напряжения?

- a) Уменьшится
- b) Увеличится
- c) Не изменится

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

*Систематические и случайные погрешности. Основные методы построения градуировочных графиков. Электрические схемы формирования выходного сигнала пассивных сенсоров. Статический и динамический режим работы сенсоров*

*Датчики магнитного поля на основе эффекта Холла. Магниторезистивные преобразователи. Гальваномагнитные преобразователи на активных элементах. Гальваномагниторекомбинационные преобразователи.*

*Магниточувствительные интегральные схемы.*

*Тензорезистивный эффект в полупроводниках. Первичные тензопреобразователи. Классификация интегральных тензопреобразователей давления. Принципы размещения тензорезисторов на мембранах полупроводниковых и интегральных тензопреобразователей давления*

*Терморезистивные датчики. Термоэлектрические контактные датчики. Полупроводниковые датчики температуры на основе p-n перехода.*

*Детекторы ИК-излучения.*

*Акселерометры. Гироскопы.*

*Адсорбция на поверхности твердых тел. Датчики на основе окислов металлов. Датчики на органических полупроводниках. Каталитические датчики. Электрохимические газовые датчики. Датчики на основе МДПструктур. Газовые датчики с барьером Шоттки. Газовые датчики на основе приборов, чувствительных к изменению массы*

*Единицы измерения влажности. Температурно-градиентные датчики влажности. Сорбционные датчики влажности*

*Физические основы принципов работы полупроводниковых датчиков изображения. Составляющие элементы датчиков изображения. Виды полупроводниковых датчиков изображения и их основные функции. Особенности конструкций полупроводниковых датчиков изображения. Микролинзы. Датчики изображения с обратной засветкой. Организация переноса кадра в ПЗС-матрицах. Преимущества и недостатки КМОП перед ПЗС-матрицами.*

*Сцинтилляционные детекторы. Ионизационные детекторы.*

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Элементы метрологии	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Датчики на основе гальваномагнитных эффектов	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Датчики давления	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Датчики температуры и теплового излучения	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Датчики скорости и ускорения	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

6	Газоанализаторы	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
7	Датчики влажности	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
8	Датчики изображения	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
9	Детекторы радиоактивного излучения	ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Родионов, Ю. А. Основы микросенсорики [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Ю. А. Родионов. - Основы микросенсорики ; 2024-08-12. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 288 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.08.2024 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-9729-0336-

8.

2) Липатов, Г. И. Компоненты микросистемной техники : учебное пособие / Г. И. Липатов. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 83 с. — ISBN 978-5-7731-0799-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93319.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

3) Вавилов, В. Д. Микросистемные датчики физических величин : монография в двух частях / В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. — Москва : Техносфера, 2018. — 550 с. — ISBN 978-5-94836-498-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/84690.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

4) Смирнов, В. И. Нанoeлектроника, нанофотоника и микросистемная техника : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2017. — 281 с. — ISBN 978-5-9795-1726-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106105.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5) Аш Ж. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Кн. 1. Пер. с франц. – М.: Мир, 1992. – 480 с., ил.

6) Джексон Р.Г. Новейшие датчики, Москва: Техносфера, 2007. - 384 с. ISBN 978-5-94836-111-6

7) Лысенко И.Е. Проектирование сенсорных и актюаторных элементов микросистемной техники - Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2005 - 103 с

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- 1) <https://elibrary.ru>
- 2) <https://cchgeu.ru>
- 3) <http://www.microsystems.ru/>
- 4) <https://www.iprbookshop.ru>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

*Для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой, персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет.*

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «*Микросенсорика*» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров сенсорных устройств. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебнометодическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.