

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Форма утверждена научно-методическим советом
университета протокол № 3 от 16 декабря 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета МТС

 Деревяшкин В.М.

«31» августа 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине (модулю) «Датчики и сенсорная электроника»,
для образовательной программы по направлению (специальности)
11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»,
направленность (профиль/специализация) – «Интегральная электроника и нанoeлектроника»
квалификация (степень) бакалавр,
форма обучения - очная

Факультет мультисервисных телекоммуникационных систем (МТС)
Кафедра Технической электроники
Разработчик: к.т.н., доцент Бялик Александр Давидович
(УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ, ЗВАНИЕ, ФИО полностью)


(ПОДПИСЬ)

Новосибирск 2016

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Код	Содержание компетенции	Результаты освоения
ОК7	<i>способность к самоорганизации и самообразованию</i>	<p>Знает: Основные понятия в области конструкций и принципов работы датчиков и измерительных систем</p> <p>Умеет: осуществлять проектирование и расчет датчиков и измерительных систем</p> <p>Владеет: навыками анализа датчиков и измерительных систем</p>
ОПК7	<i>способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</i>	<p>Знает: основные классы измерительных преобразователей</p> <p>Умеет: пользоваться характеристиками и параметрами измерительных преобразователей</p> <p>Владеет: навыками анализа и синтеза измерительных преобразователей</p>
ПК1	<i>способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</i>	<p>Знает: основные методы расчетов преобразовательных характеристик датчиков и исполнительных устройств</p> <p>Умеет: пользоваться вычислительной техникой для построения математических моделей датчиков</p> <p>Владеет: навыками расчета преобразовательных характеристик датчиков и измерительных систем навыками численного и аналитического расчета датчиков и исполнительных устройств</p>
ПК2	<i>способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</i>	<p>Знает: типы каталогов и информационно-измерительных систем</p> <p>Умеет: пользоваться информационно-измерительными системами</p> <p>Владеет: навыками численного и аналитического расчета датчиков и исполнительных устройств</p>
ПК3	<i>готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</i>	<p>Знает: вариационный метод расчета чувствительных элементов датчиков</p> <p>Умеет: составлять функциональную модель датчиков и исполнительных устройств</p> <p>Владеет: навыками подготовки публикаций, научных отчетов и презентаций</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1. Шифр дисциплины в рабочем учебном плане – Б1.В.ДВ.10.1, читается в 7 семестре

Данная дисциплина продолжает формирование компетенций ОК-7, ОПК-7, ПК-1, ПК-2 и ПК-3 после дисциплин: История, Иностранный язык, Математика, Химия, Физика, Информационные технологии, Инженерная графика, Введение в специальность, Философия, Компьютерная графика, Физико-химия материалов, Органическая химия, Экология, Теоретические основы электротехники, Материалы электронных средств, Теория вероятности и математическая статистика, Экономическая теория, Физико-химические основы нанотехнологий, Экономика и организация производства, Физические основы электроники, Технологические процессы М и НЭ, Материаловедение наноматериалов и наносистем, Психология делового общения, Биология, Биохимия, Метрология, стандартизация и технические измерения, Правоведение, Квантовая механика и стат. Физика, Основы компьютерного моделирования ЭС, Электроника, Системы управления технологическими процессами, Биомедицинские НТ, Биомедицинская электроника, Нанoeлектроника, Схемотехника, Нанометрология, Методы диагностики в НТ, Оптоэлектроника и нанофотоника, Производственный менеджмент и маркетинг, СВЧ устройства, Испытание изделий, Техническая диагностика.

Формирование компетенций ОК-7, ОПК-7, ПК-1, ПК-2 и ПК-3 продолжается в дисциплинах: Безопасность жизнедеятельности, Основы технологии ЭКБ, Микросхемотехника и НСТ, Интеллектуальные устройства электроники, Основы робототехники.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего
Лекции, часов							32		32
Лабораторные работы, часов							32		32
Практические занятия, часов									
Всего аудиторных занятий, часов							64		64
- из них в интерактивной форме, часов							20		20
Самостоятельная работа студентов, часов							44		44
Количество часов, отводимых на экзамен							36		36
Общая трудоемкость дисциплины, часов							144		144
Формы и сроки контроля:									
Курсовая работа / проект							-		
Расчетно-графическое задание							-		
Коллоквиум							-		
Контрольная работа							-		
Зачет							-		

Экзамен							X		
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ*							4		4

*Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

№ учеб. недели	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Часов
1	1. Понятие измерительных преобразователей, датчиков, трансдюсеров. Основные характеристики преобразователей.	2
2	2. Классификация датчиков	2
3	3. Основные типы элементов конструкции датчиков и исполнительных устройств	2
4	4. Емкостные, пьезоэлектрические, тензорезистивные механические преобразователи.	2
5	5. Электромагнитные, тепловые и оптические преобразователи.	2
6	6. Датчики перемещений, угла поворота, силы. Датчики моментов вращения, размеров и уровня. Датчики скорости, ускорения и параметров вибраций.	2
7	7. Датчики движения и расхода. Датчики температуры.	2
8	8. Механические свойства датчиков и исполнительных устройств. Деформация растяжения-сжатия. Тензор деформаций	2
9	9. Механические напряжения. Тензор механических напряжений. Закон Гука.	2
10	10. Деформация сдвига. Вывод модуля упругости при сдвиге	
11	11. Чистый сдвиг. Касательное напряжение при чистом сдвиге. Связь между напряжением и деформацией при чистом сдвиге	2
12	12. Деформация кручения. Эпюры крутящих моментов при кручении. Пример. Связь между крутящим моментом и мощностью	2
13	13. Определение деформаций при кручении круглого стержня. Закон Гука при кручении круглого стержня.	2
14	14. Связь между крутящим моментом, моментом инерции и касательным напряжением при кручении круглого стержня.	2
15	15. Кручение прямоугольного стержня	2
16	16. Статические моменты, центры тяжести, моменты инерции плоских элементов. Координаты центра тяжести элемента	2
	ВСЕГО	32

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ*

№ учеб. недели	Наименование лабораторных работ, практических занятий	№ раздела	Объем в часах
1	Входной контроль		2
2	Л.р.№1. «Исследование тензорезистивных датчиков малых перепадов давления»	1,4,8	2
3	Защита темы «Исследование тензорезистивных датчиков малых перепадов давления»	1,4,8	2
4	Л.р.№2. «Исследование датчиков температуры»	1,5,7	2
5	Защита темы «Исследование датчиков температуры»	1,5,7	2
6	Л.р.№3. «Исследование индуктивных датчиков и датчиков магнитного поля»	1,5,6	
7	Защита темы «Исследование индуктивных датчиков и датчиков магнитного поля»	1,5,6	2
8	Л.р.№4. «Исследование термоэлектрических преобразователей»	1,5,6	2
9	Защита темы «Исследование термоэлектрических преобразователей»	1,5,6	2
10	Л.р.№5. «Исследование емкостных датчиков механических величин»	1,4,5	2
11	Защита темы «Исследование емкостных датчиков механических величин»	1,4,5	2
12	Л.р.№6. «Исследование датчиков на эффекте Холла»	1,5,6	2
13	Защита темы «Исследование датчиков на эффекте Холла»	1,5,6	2
14	Доработки	1,2,8-10	2
15	Доработки	1,2,8-10	2
16	Доработки	1,2,8-10	2
ВСЕГО			32

5 СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Виды и содержание самостоятельной работы	Количество ЗЕ /часов	Формы и контроль
Подготовка к лекциям	0,11/4	Экзамен
Подготовка к ЛР	0,89/32	Допуск, выполнение и защита ЛР
Подготовка к инновационным формам работы	0,22/8	Дискуссия
Подготовка к сдаче экзамена	1/36	Экзамен
ВСЕГО	2,22/80	

* Заполнять при наличии данного вида учебной работы

6. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Виды учебных занятий: лекции (ЛК), практические (семинарские) занятия (ПЗ), лабораторная работа (ЛР), индивидуальные (групповые) консультации (К), самостоятельная работа студентов (СРС) по выполнению различных видов заданий.

Применение инновационных форм учебных занятий: развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых СибГУТИ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

№ п/п	Тема	Объем в часах	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
1	Расчет прогибов, механических напряжений и деформаций чувствительных элементов датчиков круглой формы	10	СРС	анализ конкретных ситуаций
2	Расчет прогибов, механических напряжений и деформаций чувствительных элементов датчиков квадратной формы	10	СРС	анализ конкретных ситуаций
ВСЕГО		20		

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Список основной литературы

1. Войтович, И. Д. Интеллектуальные сенсоры [Текст] : учеб. пособие / И. Д. Войтович, В. М. Корсунский. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 623с. - 490 р.

2. Игнатов, А. Н. Классическая электроника и нанoelectronика [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Игнатов, Н.Е. Фадеева, В.Л. Савиных. - М. : Флинта : Наука, 2009. - 725 с. - Библиогр.: с. 715-716.

7.2 Список дополнительной литературы

1. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики [Текст] : учеб.-моногр. / Р. Г. Джексон ; пер. с англ. под ред. В. В. Лучинина. - 2-е изд., доп. - Москва : Техносфера, 2008. - 397, [3] с. : ил. - (Мир электроники)

2. Прянишников, В.А. Электроника [Текст] : полный курс лекций / В.А. Прянишников. - 4-е изд. - СПб. : КОРОНА принт, 2004. - 415с. - Библиогр.: с. 415.

7.3 Информационное обеспечение (Интернет- ресурсы, в т.ч. ЭБС СибГУТИ).

1. Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Афонин В. Л. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. - 222 с.
2. Цуканов, В. Н. Волоконно-оптическая техника [Электронный ресурс] : практическое руководство / Цуканов В. Н. - Москва : Инфра-Инженерия, 2015. - 304 с.
3. Таиров, Ю. М. Технология полупроводниковых и диэлектрических приборов [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Таиров, В. Ф. Цветков. - СПб. : Лань, 2002. - 423с.
4. Кудасов, Ю. Б. Электрофизические измерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Кудасов Ю. Б. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 184 с.
5. Ким, К. К. Электрические измерения неэлектрических величин [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ким К. К. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. - 136 с.

7.4 Учебно-методические материалы по дисциплине

1. *Методические указания к лабораторным работам в электронной и печатной формах.*
2. *Методические указания по применению измерительных приборов.*

7.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. *Windows 7 (для учебных заведений в составе пакета Dream Sparks);*
2. *Офисный пакет Apache Office 4.1.3 (СПО).*

8 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ

1. 8.1. Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) имеются мультимедийная аудитория № 205 для проведения **лекционных занятий**, оснащённые проекционным оборудованием и персональным компьютером, работающим под управлением операционной системы Windows 7 (для учебных заведений в составе пакета Dream Sparks); Офисный пакет Apache Office 4.1.3 (СПО).

8.2. Для проведения **лабораторных работ** - аудитория № 205, оснащенные рабочими местами с персональными компьютерами, работающими под управлением операционной системы Windows, включенным в единую локальную сеть. В состав сетевого оборудования входит информационная среда Multisim 14.0 для выполнения виртуальных лабораторных работ.

8.3. Для **самостоятельной работы** студентов организован доступ к аудитории №,205, которые используются для проведения лабораторных работ.

9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1 Подготовка к лекциям

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Целесообразно сначала понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых при самостоятельной работе с конспектом можно сделать дополнительные записи и отметить непонятные вопросы.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

9.2 Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к лабораторной работе необходимо начать с ознакомления плана и подбора рекомендуемой литературы.

Целью лабораторных работ является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В рамках этих занятий студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

9.3 Самостоятельная работа студентов

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Подготовка к лекционным занятиям включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т. е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- изучения нормативно-правовых актов;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т. д.;
- подготовки к семинарам устных докладов (сообщений);
- подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;
- выполнения курсовых работ (курсовых проектов), предусмотренных учебным планом;

- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

Наиболее важным моментом самостоятельной работы является выполнение курсовой работы (курсового проекта). Теоретическая часть курсовой работы выполняется по установленным темам с использованием практических материалов, полученных при прохождении практики.

К каждой теме курсовой работы рекомендуется примерный перечень вопросов и список литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения курсовой работы. Чтобы полнее раскрыть тему, студенту следует выявить дополнительные источники и материалы. При написании курсовой работы необходимо ознакомиться с публикациями по теме, опубликованными в журналах.

9.4 Рекомендации по работе с литературой

Целесообразно начать с изучения основной литературы в части учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу научных монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках дисциплины, а также официальных интернет-ресурсов, в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

При работе с литературой важно уметь:

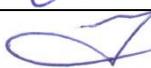
- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить доклады и презентации к ним;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться словарями и др.

9.5 Подготовка к промежуточной аттестации

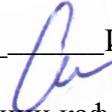
При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

10 СОГЛАСОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Кафедра	Ф.И.О.	Подпись	Дата
ТЭ	<i>Игнатов А.Н.</i>		29.08.16
Отв. за ОПОП	<i>Фадеева Н.Е.</i>		29.08.16

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры
Протокол № 1 от "_29_" _____ августа _____ 2016 г.

Заведующий кафедрой _____  Игнатов А.Н.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры
Протокол № _____ от "_____" _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры
Протокол № _____ от "_____" _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

«Интеллектуальные устройства электроники»,
для образовательной программы по направлению (специальности)

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»,

квалификация (степень) - бакалавр,

форма обучения - очная

1. Перечень результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций)

Освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у обучающихся компетенций, перечень которых и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы в представлено в таблице 1.

Индекс	Наименование компетенции	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин)
ОК7	<i>способность к самоорганизации и самообразованию</i>	7	Этап 1 - История, Иностранный язык, Математика, Химия, Физика, Информационные технологии, Инженерная графика, Введение в специальность Этап 2 - Философия, Иностранный язык, Математика, Физика Информационные технологии, Компьютерная графика, Физико-химия материалов, Органическая химия Этап 3 - Иностранный язык, Экология, Теоретические основы электротехники, Материалы электронных средств, Теория вероятности и математическая статистика, Экономическая теория, Физико-химические основы нанотехнологий Этап 4 - Экономика и организация производства, Физические основы электроники, Технологические процессы М и НЭ, Материаловедение наноматериалов и наносистем, Психология делового общения, Биология, Биохимия Этап 5 - Метроло-

			<p>гия, стандартизация и технические измерения, Правоведение, Квантовая механика и стат. Физика, Основы компьютерного моделирования ЭС, Электроника, Системы управления технологическими процессами, Биомедицинские НТ, Биомедицинская электроника</p> <p>Этап 6 - Наноэлектроника, Схемотехника, Нанометрология, Методы диагностики в НТ, Оптоэлектроника и нанофотоника, Производственный менеджмент и маркетинг, СВЧ устройства, Испытание изделий, Техническая диагностика</p>
ОПК7	<i>способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</i>	5	<p>Этап 1 - Материалы электронных средств</p> <p>Этап 2 - Физические основы электроники, Технологические процессы М и НЭ</p> <p>Этап 3 - Электроника, Биомедицинская электроника</p> <p>Этап 4 - Наноэлектроника, Оптоэлектроника и нанофотоника, Производственный менеджмент и маркетинг</p>
ПК1	<i>способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного</i>	6	<p>Этап 1 - Введение в специальность</p> <p>Этап 2 - Физико-химические основы нанотехнологий</p> <p>Этап 3 - Физические</p>

	<i>моделирования</i>		основы электроники, Технологические процессы М и НЭ Этап 4 – Электроника Этап 5 - Нанoeлектроника
ПК2	<i>способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</i>	6	Этап 1 - Введение в специальность Этап 2 - Физико-химические основы нанотехнологий Этап 3 - Физические основы электроники, Технологические процессы М и НЭ Этап 4 – Электроника Этап 5 - Нанoeлектроника
ПК3	<i>готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</i>	7	Этап 1 - Химия, Физика, Введение в специальность Этап 2 - Физика, Физико-химия материалов, Органическая химия Этап 3 - Теоретические основы электротехники, Материалы электронных средств, Физико-химические основы нанотехнологий Этап 4 - Физические основы электроники, Технологические процессы М и НЭ, Материаловедение наноматериалов и наносистем, Биология, Биохимия Этап 5 - Метрология, стандартизация и технические измерения, Квантовая механика и стат. Физика, Основы компьютерного моделирования ЭС, Электроника, Био-

			медицинские НТ, Биомедицинская электроника Этап 6 - Нанозлек- троника, Схемотех- ника, Нанометроло- гия, Методы диагно- стики в НТ, Опти- электроника и нано- фотоника, Произ- водственный ме- неджмент и марке- тинг, СВЧ устрой- ства, Испытание из- делий, Техническая диагностика
--	--	--	--

Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине (модулю): экзамен (7 семестр).

2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины (модуля) является уровень их освоения.

Шкала оценивания	Результат обучения	Критерий оценивания
ОК- 7 - способность к самоорганизации и самообразованию		
Низкий (пороговый) уровень	Знает: Основные понятия в области конструкций и принципов работы датчиков и измерительных систем	- Знает основные параметры датчиков и измерительных систем
	Умеет: проектирование и расчет датчиков и измерительных систем	Умеет произвести расчет датчиков и измерительных систем
	Владеет: навыками анализа датчиков и измерительных систем	- Представляет правильно оформленные структурные схемы датчиков и измерительных систем
Средний уровень	В дополнение к знаниям низкого уровня студент знает: методику снятия характеристик изучаемых устройств	- Объясняет методику снятия характеристик;
	В дополнение к умениям низкого уровня студент умеет: рассчитывать основные параметры изучаемых устройств	- Приводит результаты расчета для заданного типа устройств;
	В дополнение к навыкам низкого уровня студент владеет: методами экспери-	- Демонстрирует навыки работы с лабораторными

	ментального исследования изучаемых устройств	стендами
Высокий уровень	В дополнение к знаниям среднего уровня знает: мировые достижения в изучаемой области знаний	- Называет фирмы и их достижения в области изучения датчиков и измерительных систем на их основе;
	В дополнение к умениям низкого уровня умеет: осуществлять поиск перспективных технических решений при проектировании датчиков и измерительных систем	- Демонстрирует результаты автоматизированного поиска перспективных решений
	В дополнение к навыкам низкого уровня студент владеет: методами математического моделирования датчиков и измерительных систем	- Демонстрирует результаты математического моделирования заданного типа устройства.
ОПК – 7 - способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности		
Низкий (пороговый) уровень	Знает: основные классы измерительных преобразователей	- Знает общие принципы классификации измерительных преобразователей и датчиков на их основе.
	Умеет: пользоваться характеристиками и параметрами измерительных преобразователей	- Умеет пользоваться характеристиками и параметрами измерительных преобразователей и датчиков на их основе.
	Владеет: навыками анализа и синтеза измерительных преобразователей	- Представляет основы правильного функционирования датчиков.
Средний уровень	В дополнение к знаниям низкого уровня студент знает: принципы оценки и подбора параметров измерительных преобразователей	- Знает методику подбора элементов на основе общих принципов классификации измерительных преобразователей и датчиков на их основе.
	В дополнение к умениям низкого уровня студент умеет: рассчитывать основные параметры изучаемых устройств	-умеет: рассчитывать основные параметры измерительных преобразователей
	В дополнение к навыкам низкого уровня студент владеет: методами экспериментального исследования изучаемых устройств	-владеет основами постановки измерительного эксперимента

Высокий уровень	В дополнение к знаниям среднего уровня знает: принципы оценки и оптимизации параметров измерительных преобразователей	- Знает методику количественного расчета элементов на основе общих принципов классификации измерительных преобразователей и датчиков на их основе.
	В дополнение к умениям низкого уровня умеет: осуществлять поиск перспективных технических решений при проектировании измерительных преобразователей	- Демонстрирует результаты автоматизированного поиска перспективных решений
	В дополнение к навыкам низкого уровня студент владеет: методами математического моделирования измерительных преобразователей	- Демонстрирует результаты математического моделирования заданного типа устройства.
ПК-1 - способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования		
Низкий (пороговый) уровень	Знает: основные методы расчетов преобразовательных характеристик датчиков и исполнительных устройств	- Знает методику количественного расчета элементов конструкции датчиков и измерительных систем на их основе
	Умеет: пользоваться вычислительной техникой для построения математических моделей датчиков	- Умеет пользоваться пакетами программ, реализующих метод конечных элементов
	Владеет: навыками расчета преобразовательных характеристик датчиков и измерительных систем навыками численного и аналитического расчета датчиков и исполнительных устройств	Владеет: навыками расчета преобразовательных характеристик датчиков физических величин с помощью вариационного метода и метода конечных элементов
Средний уровень	В дополнение к знаниям низкого уровня студент знает: как оптимизировать расчет преобразовательных характеристик датчиков и исполнительных устройств	- Знает особенности преобразовательных характеристик датчиков физических величин

	В дополнение к умениям низкого уровня студент умеет: оптимизировать математическую модель датчиков и исполнительных устройств	Умеет оптимизировать пакеты программ, реализующих метод конечных элементов
	В дополнение к навыкам низкого уровня студент владеет: расчета параметров преобразовательных характеристик	Владеет: навыками расчета параметров преобразовательных характеристик датчиков физических величин с помощью вариационного метода и метода конечных элементов
Высокий уровень	В дополнение к знаниям среднего уровня студент знает: принципы выбора оптимальных рабочих точек на преобразовательных характеристиках датчиков и измерительных систем	- Знает как исследовать функцию преобразования на предмет оптимизации
	В дополнение к умениям среднего уровня студент умеет: сравнивать различные математические модели датчиков и измерительных систем	Умеет оптимизировать пакеты программ, реализующих метод конечных элементов и сравнивать полученные результаты с экспериментальными данными
	В дополнение к навыкам среднего уровня студент владеет: навыками сравнения полученных результатов с экспериментальными данными	Владеет: навыками расчета параметров преобразовательных характеристик датчиков физических величин с помощью вариационного метода и метода конечных элементов и сравнения полученных результатов с экспериментальными данными
ПК-2 - способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и микроэлектроники различного функционального назначения		
Низкий (пороговый) уровень	Знает: методы постановки экспериментов для исследования приборов и информационно-измерительных систем	- Основные методы экспериментальных исследований датчиков физических величин
	Умеет: правильно интерпретировать результаты экспериментов, позволяющих исследовать приборы и информационно-измерительные системы	- Умеет адаптировать алгоритм к решению конкретной задачи

	Владеет: методами обработки результатов измерений приборов и информационно-измерительных систем	- Обобщает результаты работы по конкретному классу измерительных систем -
Средний уровень	В дополнение к знаниям низкого уровня студент знает: как оптимизировать постановку эксперимента	- Знает основные методы экспериментальных исследований датчиков физических величин и схемы измерений
	В дополнение к умениям низкого уровня студент умеет: объяснить назначение и необходимость отдельных элементов конструкции датчиков физических величин	- Расшифровывает суть отдельных элементов конструкции датчиков физических величин
	В дополнение к навыкам низкого уровня студент владеет: навыками представления экспериментальных результатов в удобной форме	- Демонстрирует навыки представления экспериментальных результатов исследований датчиков физических величин в удобной форме
Высокий уровень	В дополнение к знаниям среднего уровня студент знает: каким образом можно теоретически обосновать результаты экспериментальных исследований измерительных приборов	- Знает как сравнивать экспериментальные и теоретические результаты исследований датчиков
	В дополнение к умениям среднего уровня студент умеет: адаптировать общие экспериментальные данные для построения конкретного прибора	- Умеет правильно использовать результаты экспериментов для оптимизации конкретных конструкций датчиков и измерительных систем на их основе
	В дополнение к навыкам среднего уровня студент владеет: навыками решения задач по автоматизированному выбору перспективных решений	- Приводит правильные результаты обработки данных многофакторного эксперимента
ПК-3 - Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций		
Низкий (пороговый) уровень	Знает: виды библиотечных каналов	- Дает определения каталогов -
	Умеет составлять библиографические карточки	- Приводит примеры правильно оформленных карточек

	Владеет навыками работы с поисковыми системами литературных источников	- Демонстрирует навыки работы
Средний уровень	В дополнение к знаниям низкого уровня студент знает: умеет вести библиографический поиск	- Объясняет правила поиска
	В дополнение к умениям низкого уровня студент умеет: оформлять библиографические карточки, в соответствии с ГОСТ	- Демонстрирует умения -
	В дополнение к навыкам низкого уровня студент владеет: умеет грамотно оформлять списки используемой и цитируемой литературы	- Приводит примеры правильно оформленных списков
Высокий уровень	В дополнение к знаниям среднего уровня студент знает: индексируемые издания	- Называет индексируемые издания
	В дополнение к умениям среднего уровня студент умеет: вести патентный поиск	- Демонстрирует результаты поиска
	В дополнение к навыкам среднего уровня студент владеет: навыками составления аннотаций литературных источников, используемых при проектировании датчиков и измерительных систем на их основе	- Представляет правильно оформленные аннотации

2.2. Таблица соответствия уровня формирования компетенций результатам промежуточной аттестации

Форма контроля	Шкала оценивания	Индекс компетенции	Уровень освоения
Экзамен	Удовлетворительно	ОК-7 ,ОПК-7	Низкий (пороговый)
		ПК-1, ПК-2 ПК-3	Низкий (пороговый)
	Хорошо	ОК-7 ,ОПК-7	Средний (пороговый)
		ПК-1, ПК-2 ПК-3	Средний (пороговый)
		Средний (пороговый)	
	Отлично	ОК-7 ,ОПК-7	Высокий (пороговый)
ПК-1, ПК-2 ПК-3		Высокий (пороговый)	
Высокий (пороговый)			

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Достижение результатов обучения по дисциплине оценивается в процессе её изучения в рамках лекционных занятий, выполнения лабораторных работ, прохождения текущего контроля и промежуточной аттестации. Студент изучает теоретический материал (как в рамках лекций и лабораторных занятий, так и самостоятельно) и выполняет практические задания (в рамках лабораторных работ). Контроль достижений результатов осуществляется: на лекционных занятиях путем организации тематических дискуссий и наблюдения за ответами студентов, на лабораторных занятиях путем защиты результатов выполнения работы и выполнения дополнительных нестандартных заданий, путем демонстрации и защиты результатов и выполнения нестандартных заданий.

Процесс оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций представлен в таблице:

Вид деятельности	Тема (раздел)	Оценочные средства
ОК- 7 - способность к самоорганизации и самообразованию		
Лекция	1. Понятие измерительных преобразователей, датчиков, трансдюсеров. Основные характеристики преобразователей.	Дискуссия
Лекция	2 . Классификация датчиков	Дискуссия
Самостоятельная работа	По всем темам лекционных и лабораторных занятий, связанных с компетенцией	Тест
ОПК- 7 - способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности		
Лекция	3. Основные типы элементов конструкции датчиков и исполнительных устройств	Дискуссия
Лекция	Механические свойства датчиков и исполнительных устройств. Деформация растяжения-сжатия. Тензор деформаций	Дискуссия
Самостоятельная работа	По всем темам лекционных и лабораторных занятий, связанных с компетенцией	Тест
ПК-1 - способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования		
Лекция	Механические свойства датчиков и исполнительных устройств. Деформация растяжения-сжатия. Тензор деформаций	Дискуссия
Лекция	Механические напряжения. Тензор механических напряжений. Закон Гука.	Дискуссия
Лекция	Деформация сдвига. Вывод модуля упругости при сдвиге	Дискуссия

Лекция	Чистый сдвиг. Касательное напряжение при чистом сдвиге. Связь между напряжением и деформацией при чистом сдвиге	Дискуссия
Лекция	Деформация кручения. Эпюры крутящих моментов при кручении. Пример. Связь между крутящим моментом и мощностью	Дискуссия
Лекция	Определение деформаций при кручении круглого стержня. Закон Гука при кручении круглого стержня.	Дискуссия
Лекция	Связь между крутящим моментом, моментом инерции и касательным напряжением при кручении круглого стержня.	Дискуссия
Самостоятельная работа	По всем темам лекционных и лабораторных занятий, связанных с компетенцией	Тест
<p>ПК-2 - способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</p>		
Лекция	Емкостные, пьезоэлектрические, тензорезистивные механические преобразователи.	Дискуссия
Лекция	Электромагнитные, тепловые и оптические преобразователи.	Дискуссия
Лекция	Датчики перемещений, угла поворота, силы. Датчики моментов вращения, размеров и уровня. Датчики скорости, ускорения и параметров вибраций.	Дискуссия
Лекция	Датчики движения и расхода. Датчики температуры.	Дискуссия
Самостоятельная работа	По всем темам лекционных и лабораторных занятий, связанных с компетенцией	Тест
<p>ПК-3 - Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p>		
Лекция	Понятие измерительных преобразователей, датчиков, трансдюсеров. Основные характеристики преобразователей.	Дискуссия
Лекция	Классификация датчиков	Дискуссия
Лекция	Основные типы элементов конструкции датчиков и исполнительных устройств	Дискуссия
Лабораторная работа	Исследование тензорезистивных датчиков малых перепадов давления	Защита работы
Лабораторная работа	Исследование датчиков температуры	Защита работы
Лабораторная работа	Исследование индуктивных датчиков и датчиков магнитного поля	Защита работы
Лабораторная работа	Исследование термоэлектрических преобразователей	Защита работы
Лабораторная работа	Исследование датчиков на эффекте Холла	Защита работы

Самостоятельная работа	По всем темам лекционных и лабораторных занятий, связанных с компетенцией	Тест
------------------------	---	------

4. Типовые контрольные задания

1. ОК-7 - способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
 - а. Темы дискуссий:
 - Понятие измерительных преобразователей, датчиков, трансдюсеров. Основные характеристики преобразователей.
 - Классификация датчиков
2. ОПК-7 - способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
 - а. Темы дискуссий:
 - Механические свойства датчиков и исполнительных устройств. Деформация растяжения-сжатия. Тензор деформаций
3. ПК-1- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
 - а. Темы дискуссий:
 - Деформация сдвига. Вывод модуля упругости при сдвиге
4. ПК-2- способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
 - а. Темы дискуссий:
 - Датчики перемещений, угла поворота, силы. Датчики моментов вращения, размеров и уровня. Датчики скорости, ускорения и параметров вибраций.
5. ПК-3 - Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций
 - а. Темы дискуссий:
 - Основные типы элементов конструкции датчиков и исполнительных устройств
 - б. Лабораторная работа
 - Выполнение расчетов предусмотренных МУ

5. Банк контрольных заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации

Размещен в электронной информационно-образовательной среде, на странице дисциплины и доступен по URL: <https://eios.sibsutis.ru/course/view.php?id=68>