

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра микро- и нанoeлектроники



УТВЕРЖДАЮ

директор института технологий и
инженерной механики

 Могильная Е.П.
«18» 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕНСОРИКИ»

По направлению подготовки: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Профиль «Электронные приборы и устройства»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Физические основы сенсорики» по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника. – 28 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физические основы сенсорики» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 года № 927.

СОСТАВИТЕЛИ:

к.т.н., доцент Войтенко В.А.;

к.т.н., доцент Войтенко Г.О.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники «14» 04 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой

микро- и нанoeлектроники  Войтенко В. А.

Переутверждена: « » 202 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики  С. Н. Ясуник

© Войтенко В.А., Войтенко Г.О., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – изучение основных эффектов, лежащих в основе современных преобразователей физических величин и физическое обоснование преобразования физических величин в электрические сигналы.

Задачи: ознакомление студентов с принципами действия и основными физическими явлениями, лежащими в основе работы современных сенсоров и основными направлениями развития сенсорики.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к условиям освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Физические основы сенсорики» относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания физики и математики, основ измерительной техники, измерительных преобразователей, основ теории сигналов и цепей; умения использования персонального компьютера на уровне пользователя, работы в средах MATLAB и Multisim; навыки работы с измерительными приборами (мультиметр, осциллограф), генераторами гармонических и периодических сигналов.

Содержание дисциплины основано на знаниях дисциплин «Математика», «Физика», «Введение в технику измерений», «Основы отраслевых знаний», «Теория сигналов», «Теория электронных цепей», «Функциональная электроника» и служит основой для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен 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	ПК-1.1. Знает математическое описание физических процессов, протекающих в материалах, компонентах и приборах электроники. ПК-1.2. Умеет строить физические и математические модели приборов, узлов, блоков. ПК-1.3. Владеет навыками компьютерного моделирования.	Знать: математическое описание физических процессов на которых основана работа первичных преобразователей и сенсоров; принципы действия оптических сенсоров, детекторов движения, электростатических сенсоров, причины возникновения шумов в датчиках различных типов; характеристики интерфейсных схем оптических сенсоров;

		<p>Уметь: строить физические и математические модели различных сенсоров; объяснять назначение и области применения сенсоров различных типов; анализировать физические процессы, лежащие в основе работы сенсоров различных типов; проводить компьютерное моделирование интерфейсных схем сенсоров; проводить численные эксперименты работы сенсоров разных типов; выбирать методику и проводить экспериментальные исследования работы интерфейсных схем сенсоров, АЦП сенсоров с использованием программного обеспечения;</p>
		<p>Владеть: навыками компьютерного моделирования и сравнительного анализа принципиальных схем различных сенсоров; навыками расчета интерфейсных схем сенсоров разных типов; навыками представления результатов компьютерных экспериментов;</p>
<p>ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</p>	<p>ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков. ПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов.</p>	<p>Знать: методики экспериментальных исследований работы оптических сенсоров, детекторов присутствия и движения объектов, электростатических сенсоров; компьютерные среды для моделирования электронных устройств; методики экспериментальных исследований интерфейсных схем сенсоров, АЦП сенсоров; ПНЧ мультивибраторного типа, АЦП двойного интегрирования, АЦП</p>

		<p>последовательного приближения, датчики давления воздуха, емкостные датчики, акустические датчики, фотоэлектрические датчики, оптоэлектронные датчики; методики проведения испытаний и калибровки сенсоров разных типов;</p> <p>Уметь: применять контрольно-измерительную аппаратуру для измерения входных и выходных сигналов сенсоров; проводить испытания и калибровку сенсоров с использованием измерительных приборов;</p> <p>Владеть: навыками работы в среде Multisim; навыками обработки данных и представления результатов экспериментов; навыками работы с измерительными приборами; навыками проверки работоспособности измерительных приборов.</p>
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	48	16
Лекции	24	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	24	8
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	60	92
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Оптические сенсоры.

Фотометрия. Свето пропускающие окна. Зеркала.

Тема 2. Линзы.

Геометрия плосковыпуклой линзы. Линзы Френеля. Оптические волокна и волноводы.

Тема 3. Компоненты оптических сенсоров.

Концентраторы. Покрытия, поглощающие тепловое излучение. Электрооптические и акустикооптические модуляторы.

Тема 4. Интерфейсные схемы оптических сенсоров.

Входные характеристики интерфейсных схем. Входные характеристики интерфейсных схем. Интерфейсные электронные схемы.

Тема 5. Усилители выходных сигналов сенсоров.

Назначение усилителей. Операционные усилители. Измерительный усилитель.

Тема 6. Схемы возбуждения активных сенсоров.

Активные датчики. Генераторы тока. Источники опорного напряжения.

Тема 7. Вспомогательные интерфейсные устройства сенсоров.

Генераторы. Задающие устройства. Принципы построения АЦП.

Тема 8. Аналого-цифровые преобразователи сенсоров.

ПНЧ мультивибраторного типа. АЦП двойного интегрирования. АЦП последовательного приближения.

Тема 9. Разрешающая способность систем сбора данных.

Улучшение разрешающей способности систем сбора данных. Прямая дискретизация и обработка сигналов. Измерители отношений сигналов.

Тема 10. Мостовые схемы включения сенсоров.

Мостовые схемы. Неуравновешенный мост. Температурная компенсация резистивного моста.

Тема 11. Усилители мостовых схем включения сенсоров.

Мостовые усилители. Передача данных. Двухпроводная передача. Четырехпроводной способ подключения датчика. Шестипроводный способ подключения мостовой схемы.

Тема 12. Шумы в датчиках и интерфейсных схемах.

Причины возникновения шумов. Собственные шумы. Розовый и белый шум.

Тема 13. Защита сенсоров от внешних помех.

Экранирование от магнитных полей. Механический шум. Слои заземления.

Тема 14. Гальванические источники питания для маломощных датчиков.

Классификация источников электропитания. Первичные элементы. Вторичные элементы электропитания.

Тема 15. Детекторы присутствия и движения объектов.

Классификация. Разновидности датчиков присутствия. Емкостные датчики присутствия.

Тема 16. Электростатические и оптические сенсоры.

Электростатические датчики движения. Оптоэлектронные детекторы. Структуры датчиков.

Тема 17. Составные датчики и сенсоры.

Датчики со сложной формой чувствительного элемента. Фасетный фокусирующий элемент. Детекторы движения, работающие в видимом и ближнем ИК диапазонах спектра.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Оптические сенсоры	2	-
2	Линзы	1	1
3	Компоненты оптических сенсоров	2	-
4	Интерфейсные схемы оптических сенсоров	2	1
5	Усилители выходных сигналов сенсоров	2	-
6	Схемы возбуждения активных сенсоров	2	1
7	Вспомогательные интерфейсные устройства сенсоров	2	-
8	Аналого-цифровые преобразователи сенсоров	2	1
9	Разрешающая способность систем сбора данных	1	-
10	Мостовые схемы включения сенсоров	1	1
11	Усилители мостовых схем включения сенсоров	1	-
12	Шумы в датчиках и интерфейсных схемах	1	1
13	Защита сенсоров от внешних помех	1	-
14	Гальванические источники питания для маломощных датчиков	1	1
15	Детекторы присутствия и движения объектов	1	-
16	Электростатические и оптические сенсоры	1	1
17	Составные датчики и сенсоры	1	-
Итого:		24	8

4.4. Практические занятия

Не предусмотрены учебным планом.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Изучение работы интерфейсных схем реостатных сенсоров	2	-
2	Изучение работы интерфейсных схем тензорезистивных сенсоров	2	-
3	Изучение работы интерфейсных схем сенсоров на основе термометров сопротивления	2	1
4	Изучение работы интерфейсных схем на основе термоэлектрических термометров	1	-
5	Изучение работы интерфейсных схем инфракрасных сенсоров	1	1
6	Изучение работы интерфейсных схем оптических сенсоров	1	-
7	Изучение работы интерфейсных схем индуктивных сенсоров	1	1
8	Изучение работы интерфейсных схем емкостных сенсоров	1	-
9	Изучение работы интерфейсных схем пьезоэлектрических сенсоров	2	1
10	Изучение работы интерфейсных схем магнитострикционных сенсоров	2	-
11	Изучение работы интерфейсных схем вакуумных оптических сенсоров	1	1
12	Изучение работы аналого-цифрового преобразователя	1	-
13	Изучение работы источников электропитания сенсоров	1	1
14	Оптические сенсоры. Линзы. Компоненты оптических сенсоров. Интерфейсные схемы оптических сенсоров.	2	-
15	Усилители выходных сигналов сенсоров. Схемы возбуждения активных сенсоров. Вспомогательные интерфейсные устройства сенсоров. Аналого-цифровые преобразователи сенсоров.	1	-
16	Разрешающая способность систем сбора данных. Мостовые схемы включения сенсоров. Усилители мостовых схем включения сенсоров. Шумы в датчиках и интерфейсных схемах.	1	1
17	Защита сенсоров от внешних помех. Гальванические источники питания для маломощных датчиков. Детекторы присутствия и движения объектов. Детекторы присутствия и движения объектов. Электростатические и оптические сенсоры. Составные датчики и сенсоры.	2	1
Итого:		24	8

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Оптические сенсоры. Линзы. Компоненты оптических	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	7

	сенсоров. Интерфейсные схемы оптических сенсоров.	Подготовка к тестированию	3	7
2	Изучение работы интерфейсных схем реостатных, тензорезистивных сенсоров, сенсоров на основе термометров сопротивления и термоэлектрических термометров	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	7
3	Усилители выходных сигналов сенсоров. Схемы возбуждения активных сенсоров. Вспомогательные интерфейсные устройства сенсоров. Аналого-цифровые преобразователи сенсоров.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6	7
		Подготовка к тестированию	3	7
4	Изучение работы интерфейсных схем инфракрасных, оптических, индуктивных и емкостных сенсоров	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	7
5	Разрешающая способность систем сбора данных. Мостовые схемы включения сенсоров. Усилители мостовых схем включения сенсоров. Шумы в датчиках и интерфейсных схемах.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	10	7
		Подготовка к тестированию	3	7
6	Изучение работы интерфейсных схем реостатных сенсоров	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	7
7	Защита сенсоров от внешних помех. Гальванические источники питания для маломощных датчиков. Детекторы присутствия и движения объектов. Детекторы присутствия и движения объектов. Электростатические и оптические сенсоры. Составные датчики и сенсоры.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	10	7
		Подготовка к тестированию	3	8
8	Изучение работы интерфейсных схем пьезоэлектрических, магнитострикционных, вакуумных оптических сенсоров и источников электропитания сенсоров	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	8
Итого:			60	92

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- контрольные вопросы к лекциям;
- вопросы к лабораторным работам;
- тесты;
- вопросы к экзамену.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные вопросы, вопросы коллоквиумов, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты

текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы). Студенты, выполнившие 75 % текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В зачетную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Экзамены
Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	отлично (5)
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	хорошо (4)
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	удовлетворительно (3)
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	неудовлетворительно (2)

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Шарапов В.М., Датчики [Электронный ресурс]: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. - М.: Техносфера, 2012. - 624 с. - ISBN 978-5-94836-316-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363165.html>

2. Архипов А.М., Датчики Freescale Semiconductor [Электронный ресурс] / Архипов А.М., Иванов В.С., Панфилов Д.И. - М.: ДМК Пресс, 2016. - 184 с. - ISBN 978-5-97060-358-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603581.html>

б) Дополнительная литература:

1. Шебалкова Л.В. Микроволновые и ультразвуковые сенсоры [Электронный ресурс] /Шебалкова Л.В., Легкий В.Н., Ромодин В.Б. - Новосибир.: НГТУ, 2015. - 172 с.: ISBN 978-5-7782-2586-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=546116&spec=1>

2. Горбенко Г.П. Физические основы биосенсорики [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Горбенко Г.П., Трусова В.М., Евстигнеев М.П. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 140 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-9558-0415-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/496329>

3. Патрушева Т.Н. Сенсорика. Современные технологии микро- и нанoeлектроники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Т.Н. Патрушева - М.: НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: Сибирский федер. ун-т, 2014. - 260 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006376-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/374604>

4. Горбенко Г.П. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи: Лабораторный практикум по курсу [Электронный ресурс] / Белопольский В.М., Немчинов В.М. - М.: НИЯУ "МИФИ", 2010. - 76 с. ISBN 978-5-7262-1244-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/560016>

в) Методические рекомендации/указания:

1. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине "Физические основы сенсорики" / Сост.: В.А. Войтенко, Г.О. Войтенко. – Луганск: ВНУ им. В.Даля, 2010. – 18 с.

2. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Физические основы сенсорики» для студентов специальности “Электронные приборы и устройства” (электронное издание) / Сост.: В.А. Войтенко, Г.О. Войтенко, В.Н. Куценко. – Луганск: Изд-во ЛНУ, 2018. – 35 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Далевский педагогический портал – <http://ped.dahluniver.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Научные журналы

"GNU Scientific Library" (GSL - библиотека для научных вычислений проекта GNU): <http://www.gnu.org/software/gsl>.

Система схемотехнического моделирования LTSpice IV. Краткое руководство: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.

Электронные компоненты: <http://www.elitan.ru/>.

Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся с использованием комплекта электронных презентаций в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы проводятся с использованием компьютеризированных лабораторных стендов, пакета специализированных компьютерных программ, а также компьютерной математической среды MATLAB и компьютерной среды для моделирования Multisim.

Рабочие места преподавателя и студентов в учебной лаборатории оснащены компьютерами с доступом в Интернет, предназначенными для работы в указанных специализированных компьютерных программах и средах.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/

Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Физические основы сенсорики»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	Способен 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	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.	Тема 1 Оптические сенсоры	1
				Тема 2 Линзы	1
				Тема 3 Компоненты оптических сенсоров	1
				Тема 4 Интерфейсные схемы оптических сенсоров	1
				Тема 5 Усилители выходных сигналов сенсоров	1
				Тема 6 Схемы возбуждения активных сенсоров	1
				Тема 7 Вспомогательные интерфейсные	1

				устройства сенсоров	
				Тема 8 Аналого-цифровые преобразователи сенсоров	1
				Тема 9 Разрешающая способность систем сбора данных	1
				Тема 10 Мостовые схемы включения сенсоров	1
				Тема 11 Усилители мостовых схем включения сенсоров	1
				Тема 12 Шумы в датчиках и интерфейсных схемах	1
				Тема 13 Защита сенсоров от внешних помех	1
				Тема 14 Гальванические источники питания для маломощных датчиков	1
				Тема 15 Детекторы присутствия и движения объектов	1
				Тема 16 Электростатическое и оптические сенсоры	1
				Тема 17 Составные датчики и сенсоры	1
2.	ПК-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментально	ПК-2.1. ПК-2.2.	Тема 1 Оптические сенсоры	1
				Тема 2 Линзы	1
				Тема 3 Компоненты оптических сенсоров	1

	го исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Тема 12 Шумы в датчиках и интерфейсных схемах	1
		Тема 13 Защита сенсоров от внешних помех	1
		Тема 15 Детекторы присутствия и движения объектов	1
		Тема 16 Электростатическое и оптические сенсоры	1
		Тема 17 Составные датчики и сенсоры	1

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-1	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.	Знать: математическое описание физических процессов на которых основана работа первичных преобразователей и сенсоров; принципы действия оптических сенсоров, детекторов движения, электростатических сенсоров, причины возникновения шумов в датчиках различных типов; характеристики интерфейсных схем	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15, Тема 16, Тема 17, Лабораторная работа 1, Лабораторная работа 2	Контрольные вопросы к лекциям, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к экзамену

		<p>оптических сенсоров; Уметь: строить физические и математические модели различных сенсоров; объяснять назначение и области применения сенсоров различных типов; анализировать физические процессы, лежащие в основе работы сенсоров различных типов; проводить компьютерное моделирование интерфейсных схем сенсоров; проводить численные эксперименты работы сенсоров разных типов; выбирать методику и проводить экспериментальные исследования работы интерфейсных схем сенсоров, АЦП сенсоров с использованием программного обеспечения; Владеть: навыками компьютерного моделирования и сравнительного анализа принципиальных схем различных сенсоров; навыками расчета интерфейсных схем сенсоров разных типов; навыками представления результатов</p>		
--	--	---	--	--

			компьютерных экспериментов;		
2.	ПК-2	ПК-2.1. ПК-2.2.	<p>Знать: методики экспериментальных исследований работы оптических сенсоров, детекторов присутствия и движения объектов, электростатических сенсоров; компьютерные среды для моделирования электронных устройств; методики экспериментальных исследований интерфейсных схем сенсоров, АЦП сенсоров; ПНЧ мультивибраторного типа, АЦП двойного интегрирования, АЦП последовательного приближения, датчики давления воздуха, емкостные датчики, акустические датчики, фотоэлектрические датчики, оптоэлектронные датчики; методики проведения испытаний и калибровки сенсоров разных типов;</p> <p>Уметь: применять контрольно-измерительную аппаратуру для измерения входных и выходных сигналов сенсоров; проводить испытания и калибровку</p>	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 12, Тема 13, Тема 15, Тема 16, Тема 17, Лабораторная работа 3, Лабораторная работа 4	Контрольные вопросы к лекциям, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к экзамену

			сенсоров с использованием измерительных приборов; Владеть: навыками работы в среде Multisim; навыками обработки данных и представления результатов экспериментов; навыками работы с измерительными приборами; навыками проверки работоспособности измерительных приборов.		
--	--	--	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Физические основы сенсорики»

Контрольные вопросы к лекциям:

1. На чем основан принцип действия электронно-лучевых приборов?
2. Каково назначение фотоэлектронных приборов?
3. Приведите и объясните структурную схему рентгеновской трубки.
4. Приведите и объясните схему физико-технического эффекта эмиссии заряженных частиц.
5. Назовите виды электронной эмиссии.
6. Что используют в качестве источников электронной эмиссии в электронно-вакуумных приборах?
7. Как теоретически оценивают эмиссионные свойства эмиттера?
8. Какую величину называют термодинамической работой выхода?
9. В чем заключается явление термоэлектронной эмиссии?
10. Приведите и объясните выражение для основного закона термоэлектронной эмиссии.
11. В чем заключается метод прямой Ричардсона?
12. В чем заключается эффект Шоттки?
13. Запишите и объясните уравнение Шоттки.
14. Какие термокатоды называют прямонакальными?
15. Как разделяют термокатоды по материалу и структуре поверхности эмиттера?
16. Что представляет собой накальная характеристика термокатода?
17. Какую зависимость называют эмиссионной характеристикой катода?
18. Чем обусловлена нелинейность накальной характеристики?
19. В чем заключается явление автоэлектронной эмиссии?
20. Запишите уравнением Фаулера - Нордгейма.
21. Какие значения напряженности электрического поля необходимы для получения автоэлектронной эмиссии?
22. Для чего вводят коэффициент концентрации?

23. Приведите схему конструкции диода с металлическим острым катодом.
24. В чем заключается явление фотоэлектронной эмиссии?
25. По какой формуле определяется чувствительность фотокатода?
26. Раскройте понятие утомления и старения фотокатода.
27. Опишите конструкцию фотокатода вакуумного фотоэлектронного прибора.
28. В каких устройствах применяется сурмяно-цезиевый фотокатод?
29. Приведите уравнение Лапласа в общем случае в цилиндрических координатах.
30. Запишите выражение для векторного потенциала аксиально-симметричного магнитного поля.
31. Приведите уравнение траектории параксиальных заряженных частиц в аксиально-симметричном электростатическом поле.
32. Какие важные выводы можно сделать из основных уравнений параксиальной электронной оптики?
33. Как математически описывают движение электрона в неоднородном аксиально-симметричном магнитном поле?
34. Назовите основные типы электростатических линз.
35. Как определяют фокусирующие свойства электростатических линз?
36. Приведите исходное выражение для анализа тонких электростатических линз.
37. Опишите простейшую систему, которая создает тонкую магнитную линзу.
38. Запишите выражение для оптической силы тонкой магнитной линзы.
39. Приведите и объясните выражение для полного мгновенного тока, регистрируемого во внешней цепи при движении заряда в зазоре между электродами.
40. Приведите схему отбора энергии из электронного потока в низкочастотном диапазоне на резистивной нагрузке.
41. Приведите схему отбора энергии из электронного потока в высокочастотном диапазоне на согласованной линии.
42. В чем заключается явление катодолюминисценции?
43. Назовите механизмы люминесценции.
44. Какие процессы изучает плазменная электроника?
45. Назовите существующие механизмы ионизации газа.
46. Приведите и объясните вольтамперную характеристику газового разряда.
47. Запишите выражение для степени ионизации газа.
48. Запишите уравнение, которое отражает условие возникновения самостоятельного разряда.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольные вопросы к лекциям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов отвечать)

Вопросы к лабораторным работам:

1. Фотометрия.
2. Конструирование преобразователей фильтров на ПАВ.
3. Свето пропускающие окна.
4. Зеркала.
5. Геометрия плосковыпуклой линзы.
6. Линзы Френеля.
7. Оптические волокна и волноводы.
8. Концентраторы.
9. Покрытия, поглощающие тепловое излучение.
10. Входные характеристики интерфейсных схем.
11. Выходные характеристики интерфейсных схем.
12. Интерфейсные электронные схемы.
13. Назначение усилителей.
14. Операционные усилители.
15. Измерительный усилитель.
16. Активные датчики
17. Генераторы тока.
18. Источники опорного напряжения.
19. Генераторы.
20. Задающие устройства.
21. Принципы построения АЦП.
22. ПНЧ мультивибраторного типа.
23. АЦП двойного интегрирования.
24. АЦП последовательного приближения.
25. Улучшение разрешающей способности систем сбора данных.
26. Прямая дискретизация и обработка сигналов.
27. Измерители отношений сигналов.
28. Мостовые схемы
29. Неуравновешенный мост.

30. Температурная компенсация резистивного моста.
31. Мостовые усилители.
32. Передача данных.
33. Двухпроводная передача.
34. Четырехпроводный способ подключения датчика.
35. Шестипроводный способ подключения мостовой схемы.
36. Причины возникновения шумов.
37. Собственные шумы.
38. Розовый и белый шум.
39. Экранирование от магнитных полей.
40. Механический шум.
41. Слои заземления.
42. Классификация источников электропитания
43. Первичные элементы.
44. Вторичные элементы электропитания.
45. Разновидности датчиков присутствия.
46. Емкостные датчики присутствия.
47. Электростатические датчики движения.
48. Оптоэлектронные детекторы.
49. Структуры датчиков.
50. Датчики со сложной формой чувствительного элемента.
51. Фасетный фокусирующий элемент.
52. Детекторы движения, работающие в видимом и ближнем ИК диапазонах спектра.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к лабораторным работам

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответы представлены на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Ответы представлены на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности, правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Ответы представлены на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Ответы представлены на неудовлетворительном уровне или не представлены (студент не готов отвечать или правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов)

Тесты:

1. Резонанс в металлическом бруске наступает, если:

- a) его длина равна половине длины акустической волны
 - b) длина бруска равна удвоенной его толщине
 - c) по бруску распространяется акустическая волна
2. Если в оптопаре в качестве фотоприемника используется фототранзистор, то она называется:
- a) оптоэлектронным прибором
 - b) оптоэлектронной микросхемой
 - c) фототранзистором
3. Делителем мощности называется устройство:
- a) предназначенное для распределения мощности между двумя или несколькими каналами
 - b) сводящее в один канал мощность двух или нескольких источников СВЧ
 - c) многоканальный делитель, состоящий из простейших двухканальных элементов деления
4. Выпрямитель преобразует:
- a) переменный ток в постоянный
 - b) переменное напряжение в постоянное
 - c) переменное напряжение в постоянный ток
5. Входной импеданс эмиттерного повторителя:
- a) существенно больше выходного
 - b) существенно меньше выходного
 - c) равен выходному импедансу
6. Сетка в вакуумном триоде необходимая для:
- a) поддержания постоянного напряжения
 - b) управления величиной тока
 - c) разогрева катода
7. ТермоЭДС термопары увеличивается, если:
- a) температура холодного спая увеличивается, а горячего уменьшается;
 - b) температура горячего спая увеличивается, а холодного уменьшается;
 - c) увеличивается температура как горячего спая, так и холодного.
8. Основными электрическими параметрами конденсатора являются:
- a) емкость и рабочее напряжение
 - b) емкость, сопротивление потерь, индуктивность вывода
 - c) рабочее напряжение, емкость, сопротивление потерь
9. По характеру зависимости сопротивления переменные резисторы разделяют на:
- a) линейные и нелинейные
 - b) линейные, логарифмические, экспоненциальные

- с) активные, реактивные
10. Гармоники наблюдаются если:
- на длине стержня укладывается целое число полувольт
 - на длине стержня укладывается целое число длин волн
 - в стержне возникают упругие деформации
11. Чем отличается делитель от сумматора СВЧ мощности?
- это одно и то же устройство
 - делитель состоит из простейших делителей на два, а сумматор – нет
 - сумматор состоит из делителей на два, а делитель – нет
12. Однополупериодный выпрямитель использует:
- только половину периода входного сигнала
 - корень квадратный из амплитуды входного сигнала
 - действующее значение напряжения входного сигнала
13. Стабилизированный источник с зенеровским диодом используют когда:
- потребляемый ток не велик
 - потребляемый ток равен току через диод
 - потребляемый ток не меняется с течением времени
14. Сопротивление варистора зависит от величины:
- проходящего тока, приложенного напряжения
 - температуры
 - проходящего тока и температуры
15. Работа магнитострикционного преобразователя основана на эффекте:
- Джоуля
 - Джоуля-Томпсона
 - Зеебека

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тесты

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

- Фотометрия.

2. Свето пропускающие окна. Зеркала.
3. Оптические волокна и волноводы.
4. Концентраторы
5. Покрyтия, поглощающие тепловое излучение.
6. Входные характеристики интерфейсных схем.
7. Интерфейсные электронные схемы.
8. Активные датчики
9. ПНЧ мультивибраторного типа.
10. АЦП двойного интегрирования.
11. АЦП последовательного приближения.
12. Измерители отношений сигналов.
13. Передача данных. Двухпроводная передача.
14. Четырехпроводный способ подключения датчика.
15. Причины возникновения шумов. Собственные шумы.
16. Розовый и белый шум.
17. Экранирование от магнитных полей.
18. Разновидности датчиков присутствия.
19. Емкостные датчики присутствия.
20. Электростатические датчики движения.
21. Оптоэлектронные детекторы.
22. Структуры датчиков.
23. Датчики со сложной формой чувствительного элемента.
24. Фасетный фокусирующий элемент.
25. Детекторы движения, работающие в видимом и ближнем ИК диапазонах спектра.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет

	умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)