

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ
КАФЕДРА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2024

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки [1] 10.03.01 Информационная безопасность
(специальность)

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	2	72	32	16	16		8	0	3
Итого	2	72	32	16	16		8	0	

АННОТАЦИЯ

В этом курсе рассматриваются твердотельные преобразователи, изготовленные по технологии интегральных микросхем (микро- и нанотехнологии). Курс начинается с основ проектирования систем измерений, а также сравнительных характеристик датчиков. Далее приводится обзор различных типов датчиков (температурных, механических, магнитных, электрических и радиационных параметров; концентраций ионов и молекул газа; биологических параметров) и преобразователей. Представлены принципы работы, конструкции, технологии, рабочие характеристики, преимущества, недостатки и области применения каждого типа датчиков.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины являются формирование знаний по физическим принципам работы, конструктивно-технологическим особенностям, метрологическим и эксплуатационным характеристикам измерительных преобразователей и датчиков на основе микро- и нанотехнологий, а также по вопросам проектирования интегральных датчиков и применения их в приборах и микросистемах.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к циклу дисциплин специализации, обеспечивающих подготовку по измерительно-информационной технике. Ее изучение базируется на следующих курсах и предшествующих дисциплин: Физика твёрдого тела, Общая электротехника и электроника, Основы метрологии, Теоретические основы специальности: основы микроэлектроники;

Технология интегральных микросхем, микро- и нанотехнологии, Микропроцессорные системы.

Для освоения данной дисциплины необходимо:

знать основные физические законы, знать физические, технологические и схемотехнические основы микроэлектроники, знать метрологические основы измерительно-информационной техники, владеть навыками эксплуатации современных измерительно-информационных средств.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание	Код и наименование индикатора достижения профессиональной
--	---------------------------	---	---

		(профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	компетенции
эксплуатационный			
эксплуатация технических и программно-аппаратных средств защиты информации	программно-аппаратные средства защиты информации	<p>ПК-1 [1] - способен устанавливать, настраивать и проводить техническое обслуживание средств защиты информации</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.032</p>	<p>3-ПК-1[1] - знать требования к проведению технического обслуживания средств защиты информации ;</p> <p>У-ПК-1[1] - уметь устанавливать, настраивать и проводить техническое обслуживание средств защиты информации;</p> <p>В-ПК-1[1] - владеть навыками проведения технического обслуживания средств защиты информации</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных

		<p>исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытых и теорий.
Профессиональное воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование профессионально значимых установок: не производить, не копировать и не использовать программные и технические средства, не приобретённые на законных основаниях; не нарушать признанные нормы авторского права; не нарушать тайны передачи сообщений, не практиковать вскрытие информационных систем и сетей передачи данных; соблюдать конфиденциальность доверенной информации (В40)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Информатика (Основы программирования)", Программирование (Объектно-ориентированное программирование)", "Программирование (Алгоритмы и структуры данных)" для формирования культуры написания и оформления программ, а также привития навыков командной работы за счет использования систем управления проектами и контроля версий.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования культуры решения изобретательских задач, развития логического мышления, путем погружения студентов в научную и инновационную деятельность института и вовлечения в проектную работу.</p> <p>3.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин для формирования</p>

		<p>навыков цифровой гигиены, а также системности и гибкости мышления, посредством изучения методологических и технологических основ обеспечения информационной безопасности и кибербезопасности при выполнении и защите результатов учебных заданий и лабораторных работ по криптографическим методам защиты информации в компьютерных системах и сетях.</p> <p>4. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Информатика (Основы программирования)", "Программирование (Объектно-ориентированное программирование)", "Программирование (Алгоритмы и структуры данных)" для формирования культуры безопасного программирования посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий.</p> <p>5. Использование воспитательного потенциала дисциплины "Проектная практика" для формирования системного подхода по обеспечению информационной безопасности и кибербезопасности в различных сферах деятельности посредством исследования и перенятия опыта постановки и решения научно-практических задач организациями-партнерами.</p>
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/8/8		25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1
2	Второй раздел	9-16	16/8/8		25	КИ-16	В-ПК-1
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/16/16		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
3	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	16	16
1-8	Первый раздел	16	8	8
1 - 2	Термины, определения, классификация микроэлектронных датчиков. Основные термины и определения. Структурно-функциональная схема ИИС. Классификация и конструктивно-технологические характеристики МЭД.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0 0	2 0 0
3 - 4	Характеристики микроэлектронных датчиков. Метрологические характеристики МЭД. Эксплуатационные и экономические характеристики МЭД.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0 0	2 0 0
5 - 6	Термоэлектрические преобразователи и датчики температуры Термоэлектрические микропреобразователи. Интегральные датчики температуры	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2 0 0	2 0 0
7 - 8	Тензопреобразователи и тензодатчики Тензомикропреобразователи (давления, силы и ускорения).	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	2 0	2 0

	Интегральные тензодатчики	0	0	0
9-16	Второй раздел	16	8	8
9 - 10	Микропреобразователи, чувствительные к электромагнитным волнам Микропреобразователи для измерения электрических напряжений. Магниточувствительные микропреобразователи. Интегральные магниточувствительные датчики.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2	2 0 0
11 - 12	Микропреобразователи, чувствительные к свету Микропреобразователи для измерения электрических напряжений. Магниточувствительные микропреобразователи. Интегральные магниточувствительные датчики.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2	2 0 0
13 - 14	Микропреобразователи, чувствительные к радиации Микроэлектронные датчики для измерения параметров радиации. МЭД для измерения концентраций ионов и тяжёлых атомов в жидкостях	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2	2 0 0
15 - 16	Датчики газовых концентраций МЭД для измерения концентраций молекул в газах. Измерительные цепи и ВИП для МЭИС.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	2	2 0 0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	Полупроводниковый преобразователь температуры Исследование метрологических характеристик первичного преобразователя температуры на основе полупроводникового диода
3 - 4	Полупроводниковый преобразователь индукции магнитного поля Полупроводниковый преобразователь индукции магнитного поля
5 - 6	Ионочувствительный микропреобразователь Ознакомление со структурой и исследование электрохимических характеристик ионочувствительного микропреобразователя
7 - 8	Полупроводниковый металлооксидный чувствительный элемент датчика водорода Экспериментальное исследование основных метрологических характеристик

	полупроводникового металлооксидного водородочувствительного элемента
9 - 10	Интегральный датчик давления Экспериментальное исследование основных метрологических характеристик интегрального кремниевого тензорезисторного датчика давления
11 - 12	Интегральный датчик индукции магнитного поля с частотным выходом Экспериментальное исследование основных метрологических характеристик интегрального кремниевого датчика магнитного поля с частотным выходом
13 - 14	Интегральный датчик концентрации водорода Экспериментальное исследование основных метрологических характеристик интегрального кремниевого датчика водорода
15 - 16	Электронный термометр на основе интегрального цифрового датчика DS18B20 Электронный термометр на основе интегрального цифрового датчика DS18B20

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе чтения лекций демонстрируются образцы, рисунки и фотографии структур реальных микроэлектронных датчиков и приборов. На контрольных работах студенты решают задачи, связанные с расчётом характеристик реальных датчиков. Во время выполнения лабораторных работ студенты знакомятся с техникой эксперимента, приобретая навыки работ, связанных с экспериментальными исследованиями метрологических и эксплуатационных характеристик датчиков. Протоколы исследований генерируются автоматизировано на основе применения микрокомпьютеров. Для успевающих студентов периодически организуются в форме научного туризма ознакомительные поездки на зарубежные фирмы, связанные с микро- и нанотехнологиями.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	3, КИ-8
	У-ПК-1	3, КИ-8
	В-ПК-1	3, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69		E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Для обеспечения текущего контроля успеваемости студентов в течение семестра проводятся контрольные работы, в которых используются тестовые задания из фонда оценочных средств: контрольно-измерительных материалов (КИМ) по данному курсу. При сдаче зачётов по лабораторным работам каждый студент в письменном виде отвечает на персональные вопросы по темам лабораторного занятия.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Чтение лекций производится с использованием мультимедийных презентаций. Целесообразно использовать диалоговую форму ведения лекций с решением практических задач.

Для аттестации раздела №1 студент должен ответить на 4 вопроса из списка вопросов к 4-м темам раздела. Для аттестации раздела №2 студент должен ответить на 3 вопроса из списка вопросов к 3-м темам раздела . Студенту аттестовывается в зависимости от правильности ответа, его полноты и аргументированности, подтверждающей знание материала.

Общая оценка определяется суммой баллов полученных студентом при аттестации разделов и промежуточной аттестации.

Автор(ы):

Подлепецкий Борис Иванович, к.т.н., с.н.с.