

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор НИЭТ
Дата подписания: 01.09.2023 15:13:29
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bca882b3c8b0

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Разработка и моделирование МЭМС-устройств»

Направление подготовки – 11.04.03 «Конструирование и технология
электронных средств»

Направленность (профиль) – «Комплексное проектирование микросистем средствами
Mentor Graphics»

Москва 2020 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-4 «Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований» сформулирована на основе профессионального стандарта 25.036 «Специалист по электронике бортовых комплексов управления».

Обобщенная трудовая функция С. Техническое управление созданием и эксплуатацией электронных средств и электронных систем БКУ.

Трудовая функция С/02.7 Техническое управление разработкой и производством электронных средств и электронных систем БКУ.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-4. МЭМС: Способен применять современные методы исследования МЭМС с помощью специализированных САПР.	Проектирование электронных средств, приборов и систем с учетом заданных требований.	Знания: основных технологических аспектов изготовления МЭМС. Умения: выполнять расчет конструкции чувствительного элемента МЭМС. Опыт деятельности: в области разработки математических моделей МЭМС с помощью прикладных программ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (является элективной).

Входные требования к дисциплине

Знание: основных принципов построения электронных схем на биполярных транзисторах и операционных усилителях;

Умение: проводить оценочные расчеты характеристик электронных схем на биполярных транзисторах и операционных усилителях;

Владение: опытом по расчету электронных схем на биполярных транзисторах и операционных усилителях.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	3	108	-	16	16	76	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
М1: Технология изготовления микросистем. Разновидности чувствительных элементов микросистем	-	4	-	4	Тестирование
М2: Основные материалы изготовления микросистем.	-	4	-	4	Тестирование
М3: Способы монтажа микросистем.	-	4	-	4	Тестирование

М4: Расчет и моделирование МЭМС-акселерометра	-	4	16	64	Сдача практико-ориентированного задания для самостоятельного выполнения, контрольные работы, рубежный контроль (тестирование), сдача лабораторных работ
---	---	---	----	----	---

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2 Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Технология изготовления микросистем. Объемные и поверхностные технологии обработки кремния. Изотропное и анизотропное травление кремния. Жидкостное и сухое травление кремния. Соединение пластин. Материалы, применяемые в технологии защитного слоя. Соединение слоев внутри микросистемы.
	2	2	Разновидности чувствительных элементов микросистем. Пьезорезистивные чувствительные элементы. Емкостные чувствительные элементы. Пьезоэлектрические чувствительные элементы. Резонансные чувствительные элементы.
2	3	2	Основные материалы изготовления микросистем. Термовакuumное напыление металлических пленок. Ионное распыление. Электрические и механические свойства полупроводников.
	4	2	Основные материалы изготовления микросистем. Способы получения кристаллов и пленок полупроводников. Формирование оксидных пленок.
3	5	2	Способы монтажа микросистем. Функции корпуса в микросистемах. Виды корпусов микросистем. Монтаж на подложке.
	6	2	Способы монтажа микросистем. Многокристалльные микросистемы. Интеграция микросистем с микроэлектронными

			схемами. Надежность и основные неисправности механических частей.
4	7	2	Расчет и моделирование МЭМС-акселерометра. Расчет конструкции чувствительного элемента МЭМС-акселерометра.
	8	2	Расчет и моделирование МЭМС-акселерометра. Моделирование конструкции чувствительного элемента с точки зрения механики и электроники.

4.3 Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
4	1	4	Создание проекта модели конструкции чувствительного элемента МЭМС-акселерометра для анализа ее механических свойств.
	2	4	Задание свойств материалов, граничных условий и нагрузок.
	3	4	Моделирование перемещения инерционной массы чувствительного элемента МЭМС-акселерометра под воздействием статического ускорения.
	4	4	Разработка PSpice-модели чувствительного элемента МЭМС-акселерометра.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Подготовка к лабораторной работе №1
2	4	Подготовка к лабораторной работе №2
3	4	Подготовка к лабораторной работе №3
4	6	Подготовка к контрольной работе №1
	10	Задания для самостоятельного выполнения 1
	6	Подготовка к контрольной работе №2
	10	Задания для самостоятельного выполнения 2
	6	Подготовка к контрольной работе №3
	10	Задания для самостоятельного выполнения 3

	6	Подготовка к контрольной работе №4
	5	Задания для самостоятельного выполнения 4
	5	Подготовка к рубежному контролю

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модули 1-3 «Технология изготовления микросистем. Разновидности чувствительных элементов микросистем», «Основные материалы изготовления микросистем», «Способы монтажа микросистем»

- ✓ Методические рекомендации студентам по СРС (Модули 1-3)
- ✓ Методические рекомендации преподавателям
- ✓ Описание лабораторных работ
- ✓ Описание практических занятий

Модуль 4 «Расчет и моделирование МЭМС-акселерометра»

- ✓ Методические рекомендации студентам по СРС (Модуль 4)

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Шалимов А.С. Проектирование МЭМС-устройств : Учеб. пособие / А.С. Шалимов, Е.С. Кочурина; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. С.П. Тимошенкова . - М. : МИЭТ, 2018. - 108 с. - ISBN 978-5-7256-897-7
2. Самойликов В.К. Тепловые МЭМС: основы расчета, проектирование, испытание : Учеб. пособие. Ч. 1 / В.К. Самойликов, С.П. Тимошенков, С.С. Евстафьев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2017. - 240 с. - ISBN 978-5-7256-0864-9
3. Муханин, Л.Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л.Г. Муханин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 284 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111201>. — Загл. с экрана.

Периодические издания

1. Нано- и микросистемная техника : ежемес. междисциплинарный теорет. и приклад. науч.-техн. журн. / РАН, Отделение информационных технологий и вычислительных систем. - М. : Новые технологии : Нано-микросистемная техника, 1999 - .
2. Электронные информационные системы : научный журнал / Научно-технический центр ЭЛИНС. - М. : НТЦ ЭЛИНС, 2014 - .
3. Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника : научно-технический журнал /

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. ФИПС: Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/> (дата обращения: 10.10.2020)
2. Радио-Комплект. Радиоэлектронные компоненты: справочник по параметрам транзисторов : сайт. – Тула, 2005 - . - URL: https://radio-komplekt.ru/component_ref.php?param=transistors (дата обращения: 10.10.2020)
3. ChipFind : электронные компоненты и радиодетали : сайт. – Москва, Капитал Плюс, 2006-2011. - URL: <https://www.chipfind.ru/> (дата обращения: 10.10.2020).

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина изучается в смешанном формате.

Изучение проходит в соответствии с моделью «On-line Driver Model» («Драйвер – онлайн обучение») согласно которой предусмотрено ведение образовательного процесса через электронную платформу WebTutor на портале mos.miet.ru и установление удаленного контакта со студентами. На начальном этапе преподаватель создает на платформе WebTutor пользователей (студентов) и назначает им логины и пароль, которые автоматически рассылаются системой на указанные студентами почтовые адреса. Далее преподаватель назначает каждому студенту дисциплину, после чего каждый из студентов получает второе письмо от системы с сообщением о том, что ему назначен электронный курс. После этого у студента открывается доступ к прохождению занятий на платформе.

Студент изучает материал практических занятий, сохраняя их на свой домашний ПК. Также студент дистанционно выполняет контрольные работы и задания для самостоятельного выполнения.

Результаты лабораторных работ отправляются преподавателю в виде текстового отчета со скриншотами ключевых этапов. Сами лабораторные работы выполняются в Компас 3D. Консультации проводятся в очном и/или дистанционном формате по Skype.

Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	ОС Windows, Microsoft Office, браузер, Компас 3D, доступ к ПО через удаленный рабочий стол skylab.sipc.miet.ru
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office Acrobat Reader DC браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-4.МЭМС «Способен применять современные методы исследования МЭМС с помощью специализированных САПР».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС // URL: <http://orioks.miet.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Студенты изучают данную дисциплину в смешанном формате.

На почтовый адрес студента отправляются данные (логин и пароль) для обеспечения доступа на портале <http://moc.miet.ru/> к электронной части курса.

Студент изучает теоретический материал в соответствии с рабочей программой, сохраняя необходимые материалы на свой домашний ПК. Также они дистанционно отвечают на тестовые вопросы, выполняют задания. Результаты лабораторных работ отправляются преподавателю в виде текстового отчета со скриншотами ключевых этапов. Все результаты отправляются преподавателю (либо автоматически, либо студентом лично) на почтовый ящик miet_training@mail.ru в точном соответствии с графиком

контрольных мероприятий. Консультации осуществляются по электронной почте или они могут быть проведены очно.

Проверка выполнения практико-ориентированного задания происходит на контрольных работах.

Максимальный балл за активность/посещаемость ставится, в случае если у студента не было ни одной задержки в сдаче контрольных мероприятий. В случае, если была допущена одна задержка, то ставится 0 баллов.

Обязательным условием допуска к диф.зачету является выполнение всех лабораторных работ и успешное прохождение рубежного контроля.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оценивается: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 100 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий см. в журнале успеваемости в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института НМСТ, к.т.н., доцент  /А.С.Шалимов/

Рабочая программа дисциплины «Разработка и моделирование МЭМС-устройств» по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленности (профилю) «Комплексное системное проектирование средствами Mentor Graphics» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 22 октября 2020 года, протокол № 3.

Директор Института НМСТ д.т.н., профессор _____  / С.П. Тимошенко /

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____  / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____  / Т.П. Филиппова /