

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:13:29  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c4b3e4a520060

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

«18» сентября 2020 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы создания инерциальных МЭМС»

Направление подготовки – 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Проектирование технических систем средствами 3D-моделирования»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электронных средств и технологических процессов, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач» 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/01.7:** Исследования и консультирование в сфере разработки и эксплуатации электронных средств и электронных систем БКУ.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.МЭМС Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития инерциальных микроэлектро-механических систем (МЭМС), обоснованно выбирать методы и средства решения сформулированных задач	1. Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; 2. Разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере.	<b>Знания:</b> принципов построения и функционирования изделий микро- и нанoeлектроники и технологических процессов их производства. <b>Умения:</b> проведения расчетов конструктивно-технологических параметров элементов микро- и нанoeлектроники. <b>Опыт деятельности:</b> по выбору теоретических и экспериментальных методов исследований в области создания изделий микро- и нанoeлектроники.

## 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 материалов и требований к техническим системам, устройствам микроэлектроники и микросистемной техники;

умение применять знания разделов высшей математики и физики для описания физических закономерностей лежащих в основе функционирования исследуемых устройств, а также умение пользоваться средствами исследования процессов и устройств;

владение стандартными компьютерными программами моделирования, входящими в состав современных САПР.

### 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)		
1	2	3	108	-	-	32	76	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1.Исследование одноосных датчиков	-	16	-	38	Рубежный контроль (часть 1)
2.Исследование трехосных датчиков	-	16	-	38	Контроль выполнения практико-ориентированного задания. Рубежный контроль (часть 2)

#### 4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	8	Калибровка акселерометра в гравитационном поле
	2	8	Калибровка ДУС поворотом на 90 градусов
2	3	8	Калибровка трехосного акселерометра
	4	8	Калибровка инклинометра

#### 4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	8	Подготовка к практической работе №1
	8	Подготовка к практической работе №2
	12	Подготовка к рубежному контролю (часть 1)
2	8	Подготовка к практической работе №3
	8	Подготовка к практической работе №4
	20	Подготовка и выполнение практико-ориентированного задания
	12	Подготовка к рубежному контролю (часть 2)

#### 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// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

#### Модуль 1 «Исследование одноосных датчиков»:

- ✓ Методические указания студентам;
- ✓ Описание практической работы №2;

## **Модуль 2 «Исследование трехосных датчиков»:**

- ✓ Описание практико-ориентированного задания.
- ✓ Методические указания студентам;
- ✓ Описание практической работы №3;

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Шалимов А.С. Проектирование МЭМС-устройств [Текст] : 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.
2. Самойликов В.К. Тепловые МЭМС: основы расчета, проектирование, испытание [Текст] : 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.
3. Вавилов В.Д. Микросистемные датчики физических величин: монография в двух частях [Текст] / В.Д. Вавилов, С.П. Тимошенков, А.С. Тимошенков. - М. : Техносфера, 2018. - 550 с.
4. Korobova N. Micro- Electro- Mechanical System [Текст] = МЭМС - микроэлектромеханические системы : Учеб. пособие : Training manual / N.Korobova, L.R. Boev; Ministry of Science and Higher Education National Research University of Electronic Technology - MIET; Ed. S.P. Timoshenkov. - М. : МИЭТ, 2019. - 156 p.

### **Периодические издания**

1. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА / РАН. - М.: Наука, 1972 -. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7900> (дата обращения: 22.11.2020).

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. - URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php>
5. ИСС "Электронная компонентная база отечественного производства" (демонстрационная версия): сайт. - Санкт-Петербург, 2018 - . - URL: <http://isstest.electronstandart.ru/> (дата обращения: 30.09.2019)
6. BOOK.RU : Электронно-библиотечная система : сайт. - Москва, 2010 - . - URL: <https://www.book.ru/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
7. Znaniium.com : Электронно-библиотечная система : сайт. - Москва, 2011 - . - URL: <https://new.znaniium.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используются смешанное обучение, которое основано на интеграции технологий традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде.

Работа проводится по следующей схеме:

- аудиторная работа (практические занятия в традиционном формате, на практических занятиях проводятся тематические дискуссии, разбираются ошибки, допускаемые студентами при выполнении практических работ);
- СРС (предаудиторная работа с использованием профессиональных баз данных и информационных справочных систем, общение с преподавателем по электронной почте, Skype, Zoom; тестирование);
- обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта преподавателя. Дисциплина может целиком быть реализована в дистанционном формате с использованием онлайн взаимодействия.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** (<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	Не требуется	Не требуется
Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, 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 компетенции ПК-1.МЭМС Способен обоснованно формулировать цели и задачи научных исследований и выбирать теоретические и экспериментальные методы решения сформулированных задач с применением прикладной математики.

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

Цель практических занятий – обучение базовым знаниям и умениям. Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно. Преподаватель предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации. Тема консультации, как правило, повторяет тему лекции, которая читалась на неделе, предшествующей консультации.

Максимальная эффективность от работы на практических занятиях достигается при предварительной подготовке к ней – студент должен ознакомиться с предстоящей темой лекции и ее основными тезисами, предложенных преподавателем или найденных в

рекомендуемой литературе, подготовить вопросы к лектору по заинтересовавшим вопросам.

Для выполнения заданий для самостоятельного выполнения студенту необходимо:

- уяснить вопросы и задания, рекомендуемые для подготовки к практическим занятиям;
- изучить и законспектировать рекомендованные преподавателем основные литературные источники;
- прочитать дополнительную литературу, рекомендованную преподавателем.

Особенностью изучения дисциплины является последовательность изучения и освоения учебного материала; понимание новых тем базируется на знании предыдущих.

При выполнении задания для самостоятельного выполнения проектного типа студент должен:

- выполнить необходимые расчеты, вывести требуемые аналитические зависимости;
- построить требуемые графики зависимостей;
- провести анализ полученных результатов и сделать вывод о пригодности испытываемого образца изделий микросистемной техники заявленным требованиям.

### **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, д.т.н.



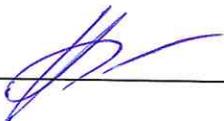
/Тимошенко А.С./

Рабочая программа дисциплины «Основы создания инерциальных МЭМС» по направлению подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности (профилю) «Проектирование технических систем средствами 3D-моделирования» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании УС Института НМСТ 24 декабря 2020 года, протокол № 6.

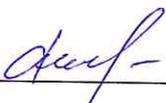
Директор Института НМСТ, д.т.н., профессор  /Тимошенко С.П./

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Начальник АНОК  /Никулина И.М./

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  /Филиппова Т.П./