

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 15:22:14

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c8f8bde882b8d602

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

12 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Инженерный анализ технических систем Микро- и нанотехнологий»

Направление подготовки — 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) — «Проектирование технических систем средствами 3 D 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** Создание и эксплуатация электронных средств и электронных систем бортовых комплексов управления (БКУ).

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

Подкомпетенция формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ИАТС Способен формулировать цели и задачи научных исследований технических систем микро- и нанотехнологий, обоснованно применять современные методы и средства исследования на основе инженерного анализа.	Способен формулировать цели и задачи научных исследований технических систем микро- и нанотехнологий, обоснованно применять современные методы и средства исследования на основе инженерного анализа.	Знания: методов синтеза и анализа при решении инженерных задач технических систем микро- и нанотехнологий Умения: адекватно ставить задачи инженерного анализа и оптимизации технических систем микро- и нанотехнологий с применением современных методов исследования Опыт деятельности: опыт применения современных методов исследования технических систем на основе инженерного анализа

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине - знание основ высшей математики, физики, инженерной и компьютерной графики, прикладной механики; умение применять знания

разделов высшей математики, физики, инженерной и компьютерной графики, прикладной механики для решения стандартных профессиональных задач в области конструирования и технологии электронных средств; опыт теоретического и экспериментального исследования микромеханических и роботизированных устройств и систем по критериям прочности и жесткости

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоемкость (ЗЕ)	Общая трудоемкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	5	180	16	16	32	80	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Инженерный анализ и организация проектирования технических систем.	4	-	-	14	Сдача 1-го реферата (Р)
					Тестирование (Т)
2. Инженерные расчеты и проектирование технических систем.	8	8	32	40	Сдача 1-ой, 2-ой и 3-ей расчетно-графических работ (РГР)
					Защита лабораторных работ (ЛР)
					Тестирование (Т)
3. Испытания технических систем.	4	8	-	26	Сдача 2-го реферата (Р)
					Защита лабораторных работ (ЛР)
					Тестирование (Т)

					Рубежный контроль (тестовое задание) (РК)
--	--	--	--	--	--

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Инженерное проектирование технических систем. Основные принципы и закономерности. Организация проектирования. Основные требования при проектировании.
	2	2	Инженерный анализ технических систем. Основные этапы инженерного анализа. Инженерные расчеты при проектировании и разработке конструкторской документации (КД). Факторы функционирования ТС и ЭА. Инженерные расчеты и моделирование.
2	3	2	Методы расчета и моделирования демпфирующих и динамических характеристик инерциальных элементов ТС. Характеристики конструкционного демпфирования колебаний. Экспериментальные методы определения характеристик конструкционного демпфирования. Факторы, влияющие на демпфирующие свойства материалов. Модели и характеристики инерционных микроакселерометров. Расчет пьезорезистивных микроакселерометров. Расчет емкостных уравнивающих микроакселерометров, пример.
	4	2	Основы теории виброизоляции и защиты от ударных воздействий. Основы виброзащиты. Силовое возбуждение. Кинематическое возбуждение. Виброизоляторы. Схемы расположения ВИ. Статический и динамический расчет ВИ. Расчет системы ВИ на действие удара.
	5	2	Защита технических систем от электромагнитных воздействий. Физические основы электромагнитного экранирования. Классификация экранов. Расчет эффективности экранирования. Определение волновых сопротивлений составляющих поля на заданном расстоянии от источника.
	6	2	Тепловые расчеты технических систем. Процессы теплообмена. Теплопроводность (кондукция). Конвективный теплообмен. Тепловое излучение (лучистый теплообмен). Расчеты теплового режима технических устройств. Методика теплового расчета при естественном охлаждении.
3	7	2	Испытания и качество ТС. Этапы жизненного цикла ТС. Экспериментальная отработка ТС. Отказы и дефекты ТС.

			Испытания и контроль. Основные термины и определения.
	8	2	Измерения, контроль, испытания ТС. Взаимосвязь измерений, контроля и испытаний. Классификация испытаний. Требования к контролю и испытаниям. Методы испытаний на воздействие внешних факторов.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
2	1	4	Расчеты на выносливость при действии переменных циклических напряжений
	2	4	Сканирующие зондовые методы исследования наноструктур. Инженерные методы расчета зондовых датчиков
	3	4	Моделирование и динамический анализ инерционных микроприборов
	4	4	Расчеты систем защиты от вибрации и ударов
	5	4	Защита технических систем от электромагнитного воздействия
	6	4	Методы тепловых расчетов технических систем
	7	4	Механика микроприборов. Моделирование и инженерные расчеты
	8	4	Оценка надежности технических систем

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1	4	Исследование упругих свойств материалов элементов конструкций микро- и наносистем при действии на них вынужденных поперечных колебаний
	2	4	Исследование динамических свойств микросистем при ударном возбуждении
3	3	4	Методы стандартных испытаний элементов конструкций технических систем с целью определения основных механических характеристик материалов.

	4	4	Методы испытаний и определение метрологических и динамических характеристик микросистем.
--	---	---	--

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	12	Сдача 1-го реферата (Р)
	2	Подготовка к тестированию (Т)
2	30	Сдача 1-ой, 2-ой и 3-ей расчетно-графических работ (РГР)
	6	Подготовка к тестированию (Т)
	4	Подготовка к лабораторным работам (ЛР)
3	12	Сдача 2-го реферата (Р)
	2	Подготовка к тестированию (Т)
	4	Подготовка к лабораторным работам (ЛР)
	8	Подготовка к Рубежному контролю (РК)
1, 2, 3	36	Подготовка к экзамену

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/>):

- Методические указания студентам по изучению курса

Модуль 1 Инженерный анализ и организация проектирования технических систем.

- Конспект лекций.

Модуль 2. Инженерные расчеты и проектирование технических систем.

- Конспект лекций.
- Лабораторный практикум
- Учебно-методическое пособие по выполнению курсовых работ

Модуль 3 Испытания технических систем.

- Конспекты лекций.
- Лабораторный практикум.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Учебное пособие по дисциплине "Введение в механику наноразмерных объектов" / В. Н. Тимофеев [и др.] ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М.: МИЭТ, 2011. - 244 с. - (Учебно-методический комплекс для бакалавров. Направление "Наноэлектроника").
2. Техническая механика микросистем: Учеб. пособие / А. И. Погалов [и др.] ; Под ред. В.Н. Тимофеева. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 176 с.
3. Гребенкин В.З. Механика: Пособие к практическим занятиям / В. З. Гребенкин, В. А. Летягин, А. И. Погалов ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ); Под ред. В.А. Летягина. - М : МИЭТ, 2010. - 156 с. - Имеется электронная версия издания.
4. Прикладная механика: Лабораторный практикум / В. З. Гребенкин [и др.] ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. А.И. Погалова. - М. : МИЭТ, 2014. - 140 с. - Имеется электронная версия издания.
5. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры /Под ред. В.А. Шахнова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 527 с.
6. Метрология: Учеб. пособие для вузов / А.А. Дегтярев [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Академический Проект, 2020. - 239 с. - (Gaudeamus: Библиотека геодезиста и картографа). - ISBN 978-5-8291-2487-8.
7. Метрология, стандартизация и технические измерения: Учебно-методическое пособие / А.А. Дегтярев [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. Е.А. Сахарова. - М. : МИЭТ, 2018. - 120 с. - Имеется электронная версия издания
8. Тимофеев В.Н. Инженерные расчеты элементов и узлов микросистемной техники: Учеб. пособие / В. Н. Тимофеев, А. И. Погалов, С. В. Угольников ; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ); Под ред. В.Н. Тимофеева. - М. : МИЭТ, 2009. - 192 с. - Имеется электронная версия издания.
9. Техническая механика: Учебно-методическое пособие по выполнению курсовых работ / В.А. Летягин, А.И. Погалов, Е.А. Сахаров, С.В. Угольников; М-во образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет " МИЭТ "-М.; МИЭТ, 2019. – 232 с. - Имеется электронная версия издания.

Периодические издания

1. Наноиндустрия / РИЦ Техносфера. - М. : Техносфера, 2007 - . – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=25919>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей МИЭТ
2. Российские нанотехнологии = NANOTECHNOLOGIES IN RUSSIA / Федеральное агентство по науке и инновациям РФ, Парк-медиа. - М. : ИКЦ Академкнига, 2006 -.— URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10601>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей МИЭТ

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. ТЕХЭКСПЕРТ: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: сайт / Кодекс. – Москва, 2012 - . - URL: <http://docs.cntd.ru/> (дата обращения: 09.09.2020)
2. Росстандарт / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: сайт. – Москва. - URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts> (дата обращения 09.09.2020).
3. Лань: электронно-библиотечная система. - Санкт-Петербург, 2011. - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 09.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
4. Российское образование: Федеральный портал: сайт. – Москва, 2002 - . – URL: <http://www.edu.ru/> (дата обращения: 09.09.2020)
5. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
6. РУКОНТ: Национальный цифровой ресурс: Электронно-библиотечная система: сайт. - Москва: Сколково, 2010 - URL: <https://lib.rucont.ru/search> (дата обращения: 09.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, сочетающее традиционные формы аудиторных занятий и взаимодействие в электронной образовательной среде.

В ходе реализации обучения используется «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания. Работа проводится по следующей схеме: аудиторная работа (семинар с отработкой типового задания в группе); СРС (онлайновая работа с использованием онлайн-ресурсов, в т.ч. для организации обратной связи с обсуждением, консультированием, с последующей доработкой и подведением итогов). Итоги СРС представляются на заключительном занятии с участием всех студентов группы и преподавателя..

Важную роль в процессе обучения играют лабораторные занятия, предназначенные не только для закрепления знаний, полученных на лекционных и практических занятиях, и при выполнении самостоятельной работы, но и для получения навыков исследовательской и практической работы на лабораторном оборудовании. Лабораторные работы, как правило, проводятся в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения экспериментальных исследований и при защите полученных результатов.

При проведении практических занятий студенты не только закрепляют знания, полученные на лекциях, но и получают навыки решать стандартные профессиональные задачи с применением законов и методик инженерных расчетов и проектирования технических систем.

По тематике практических занятий разработаны задания для расчетно-графических работ, которые студенты выполняют в отведенное для этого время СРС с предоставлением и оценкой отчетов по выполненной работе с обоснованными выводами.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, Skype и др.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы (<http://orioks.miet.ru>): электронные версии лекций, лабораторных работ, практических занятий, методических разработок по тематике курса и др. Для самостоятельной работы разработаны задания к курсовой работе по основным разделам курса.

Дисциплина может быть реализована в дистанционном формате. При дистанционном обучении проводятся *on-line* лекции, практические и лабораторные занятия по Skype и Zoom, запись которых выкладывается в Youtube и Miet.study. Вся информация доступна для студентов через среду ОРИОКС.

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	Доска	-
Учебная аудитория № 4117 «Лаборатория прочности и динамических испытаний» ауд.	1. Анализатор спектра СКЧ-56 (1 шт.) 2. Машина испытательная на растяжение RM-102 (1 шт.) 3. Машина кручения КМ-50-1 (1 шт.)	
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 браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-1.ИАТС** Способен формулировать цели и задачи научных исследований технических систем микро- и нанотехнологий, обоснованно применять современные методы и средства исследования на основе инженерного анализа.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещён в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://www.orioks.miet.ru/>).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Для формирования подкомпетенции и приобретения необходимых знаний, умений и опыта деятельности в рамках данного курса читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, выполнению тестов, выполнению расчётно-графических работ и написанию рефератов. При этом студент использует методические разработки, рекомендуемую литературу, библиотеку электронных модулей в электронной информационной образовательной среде ОРИОКС, Интернет-ресурсы, информационно-справочные системы.

Максимальная эффективность освоения материалов *лекций* достигается при посещении студентом лекционных занятий с последующим повторением пройденного материала.

Для закрепления лекционного материала проводятся *практические занятия*. Для повышения эффективности практических занятий (семинаров) студенту необходимо прочитать конспект лекций по данной тематике и соответствующие главы учебника (учебного пособия). На занятии, под руководством преподавателя, рассматриваются методики решения задач инженерных расчётов и проектирования технических систем.

Часть практических занятий направлены на рассмотрение примеров выполнения расчётно-графических работ.

После рассмотрения материала практического занятия преподаватель выдает каждому студенту индивидуальное практическое домашнее задание на применение рассмотренных материалов, которое студенты выполняют в рамках СРС в течение заданного времени, получив на практическом занятии методические рекомендации по выполнению. Выполненные задания, в виде отчета с выводами по полученным результатам, присылаются студентами преподавателю и оцениваются баллами. Оценки доводятся до студентов, при этом может быть организована беседа-дискуссия по разбору итогов выполненной работы и анализу ошибок.

Для закрепления знаний, полученных на лекционных занятиях и при выполнении самостоятельной работы, а также для получения навыков исследовательской и практической работы на лабораторном оборудовании и установках, проводятся *лабораторные работы*. Чтобы хорошо подготовиться к лабораторному занятию, студенту необходимо во время самостоятельной работы в системе ОРИОКС ознакомиться

с описанием лабораторной работы и оформить теоретическую часть отчета в соответствии с изложенными в описании требованиями. Она включает описание объекта исследований, методики проводимых экспериментов и таблицы для записи экспериментальных результатов.. К выполнению практической части работы допускается студент, продемонстрировавший знания объекта, методики проведения экспериментов и имеющий заготовленные заранее формы представления экспериментальных результатов.

При выполнении работы в лаборатории студент знакомится с описаниями приборов и оборудования, которые необходимы для проведения эксперимента, после чего в составе рабочей группы (бригады) проводит эксперимент под руководством преподавателя, в соответствии с изложенной методикой проведения эксперимента.

После проведения экспериментов студенты проводят обработку полученных результатов и их анализ, на основе которого формулируются выводы. Затем осуществляется защита выполненной работы (индивидуально или в составе группы) и проставляется зачет. Защита включает предоставление отчета по работе, оформленного в соответствии с требованиями, изложенными в описании к работе, обоснование полученных результатов и сделанных выводов, а также ответы на контрольные вопросы.

Лабораторные работы проводятся, как правило, в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения экспериментальных исследований и при защите полученных результатов.

По основным разделам курса студенты выполняют расчётно-графические работы. Каждая расчётно-графическая работа представляет собой комплексную практическую задачу, базирующуюся на тематике практического занятия раздела дисциплины. Расчётно-графические работы выполняются поэтапно. Всего предусмотрено 3 этапа. Подробное описание расчётно-графических работ приведено в методических указаниях студентам. В рамках часов СРС студент пишет **рефераты** по тематике разделов модуля 1 “Инженерный анализ и организация проектирования технических систем” и модуля 3 “Испытания технических систем”.

Темы рефератов студенту предлагаются преподавателем.

Одной из форм обучения является **консультация** у преподавателя. Обращаться к помощи преподавателя следует при выполнении расчётно-графических работ, а также в любом случае, когда студенту не ясно изложение какого-либо вопроса в учебной литературе или требуется помощь в подборе необходимой дополнительной литературы.

По завершению изучения дисциплины предусмотрен **экзамен**, при этом оценка итогов учебной деятельности студента основана на балльной накопительной системе. Для сдачи экзамена по дисциплине разработан ФОС, включающий тестовые задания и расчётное задание по проверке сформированности компетенции с методическими указаниями его выполнения и критериями оценки достижения формируемой в дисциплине подкомпетенции.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме до 68 баллов), посещаемость занятий (в сумме до 12 баллов), сдача экзамена (в

сумме до 20 баллов). Перечень контрольных мероприятий и методика их балльной оценки изложена в МУС.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен студенту в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института НМСТ, к.т.н.  /С.В.Угольников /

Рабочая программа дисциплины «Инженерный анализ технических систем микро- и нанотехнологий» направление подготовки — 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности (профилю) — «Проектирование технических систем средствами 3 D моделирования» разработана в Институте НМСТ и утверждена на заседании Института НМСТ 24.12. 2020 года, протокол № 6

Директор Института НМСТ  /С.П.Тимошенков /

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Программа согласована с Координационно-мониторинговым центром основных образовательных программ

Начальник АНОК  /И.М.Никулина /

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки  /Т.П.Филиппова./