

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Дата подписания: 01.09.2023 15:22:14

«Национальный исследовательский университет

Уникальный программный ключ:

«Московский институт электронной техники»

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c8180bea882b8d602



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. Погалога. - 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 KM-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.Тимошенко /

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./