

УЧЕБНО - ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование разделов, дисциплин, тем, модулей	Всего, час.	В том числе			Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Индивидуальные консультации	
1	Модуль: Обучающая методика виртуального моделирования элементов двигателя на базе междисциплинарных моделей	72	18	54		Контрольное задание
1.1	Общее знакомство с методикой виртуального проектирования изделий в среде PDM-систем. Отдельные элементы методики и связь между ними	6	4	2		
1.2	Элементы I, II, III: концепт; выбор проектных параметров; создание объёмной модели изделия	20	2	18		
1.3	Элемент II: определение граничных условий; вспомогательный расчёт отдельных элементов изделия	9	2	7		
1.4	Элементы IV, V: кинематика и динамика работы виртуального изделия	9	2	7		
1.5	Элемент VI: расчёты на прочность	9	2	7		
1.6	Элемент VII: подготовка изделия к производству; создание конструкторской документации	9	2	7		
1.7	Жизненный цикл изделия	6	4	2		
	Итоговая аттестация	4		4		Защита выпускной работы
	Итого	72	18	54		

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов профессионального модуля тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся (<i>если предусмотрены</i>)	Объем часов
1	2	3
<p>Модуль: Обучающая методика виртуального моделирования элементов двигателя на базе многодисциплинарных моделей</p>		72
<p>Общее знакомство с методикой виртуального проектирования изделий в среде PDM-систем. Отдельные элементы методики и связь между ними</p>	<p><i>Лекция.</i> В рамках PDM-системы рассматривается цепочка виртуального проектирования от идеи нового изделия до его утилизации. Указываются CAD/CAE/CAM-пакеты для различных элементов цепочки, приводятся основные принципы проектирования. Цель: систематизация разрозненных сведений о различных методах виртуального моделирования в единую методику.</p>	4
	<p><i>Практическое занятие.</i> В практической части занятия производится первичное знакомство с используемой PDM- и CAD-системами, отрабатываются навыки взаимодействия между инженерами при создании изделия.</p>	2
<p>Элементы I, II, III: концепт; выбор проектных параметров; создание объемной модели изделия</p>	<p><i>Лекция.</i> Подробнее рассматриваются первые три элемента цепочки создания виртуального изделия. В качестве примера выбрано виброзащитное (демпфирующее) устройство, поскольку данные устройства применяются практически во всех областях техники и достаточно просты для полного завершения цикла виртуального проектирования в рамках профессионального модуля.</p>	2
	<p><i>Практические занятия.</i> В практической части занятия производится анализ прототипа, выбор параметров и создание объемной модели изделия. ПО: CAD-система на выбор (SolidWorks, КОМПАС 3D, SIEMENS NX)</p>	18

1	2	3
Элемент II: определение граничных условий; вспомогательный расчёт отдельных элементов изделия	<p><i>Лекция.</i> Подробнее рассматриваются два вида граничных условий: силы, действующие со стороны жидкостей и газов, жесткостные и демпфирующие характеристики отдельных деталей. Расчёты ведутся методом конечных элементов.</p>	2
	<p><i>Практические занятия.</i> Производится расчёт жесткостных характеристик виброзащитного устройства. ПО: ANSYS, MathCAD</p>	7
Элементы IV, V: кинематика и динамика работы виртуального изделия	<p><i>Лекция.</i> Анализ работы механической системы.</p>	2
	<p><i>Практические занятия.</i> Анализ работа механической системы. Определяются кинематические (перемещения, скорости, ускорения) и динамические (реакции в опорах) параметры, зависящие от времени. Строятся амплитудно-частотные характеристики системы. Определяется несущая способность виброзащитного устройства. ПО: MSC.ADAMS</p>	7
Элемент VI: расчёты на прочность	<p><i>Лекция.</i> Оценка прочности элементов конструкции. Введение в надёжность. Расчёт ведётся методом конечных элементов.</p>	2
	<p><i>Практические занятия.</i> На основе созданной ранее геометрии и полученных нагрузок, производится оценка прочности элементов конструкции. ПО: ANSYS</p>	7
Элемент VII: подготовка изделия к производству; создание конструкторской документации	<p><i>Лекция.</i> Рассматриваются вопросы создания чертежей по 3D-модели, а также оформления патентной документации на изделие.</p>	2
	<p><i>Практические занятия.</i> Создаётся сборочный чертёж всего виброзащитного устройства и детализовка - одной из деталей. Разрабатывается формула полезной модели. ПО: CAD-система на выбор (SolidWorks, КОМПАС)</p>	7

1	2	3
Жизненный цикл изделия	<i>Лекция.</i> Обзорно рассматриваются остальные элементы жизненного цикла изделия, отрабатываются механизмы передачи информации в PDM-системе.	6
	<i>Практические занятия.</i> Происходит завершение проекта и анализ итогов моделирования. ПО: SmarTeam	2
Контрольное задание	Приложение 1	
Итоговая аттестация	Защита выпускной работы	4
Итого:		72

Информационное обеспечение образовательного процесса:

Учебно-методический комплекс, включающий:

1. Мелентьев В.С. Проектирование конструкции «виртуального двигателя»: учебное пособие / Мелентьев В.С., Гвоздев А.С., Паровой Ф.В. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 220 с.: ил.

2. Гвоздев А. С. Изучение конструкции авиационных двигателей и энергетических установок с совместным использованием пакетов ANSYS, ADAMS и SolidWorks [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. С. Гвоздев, В. С. Мелентьев; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. и граф. дан. (1,08 Мбайт). – Самара, 2013. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM)

3. Проектирование средств виброзащиты авиационной техники: учеб. пособие / Пономарев Ю.К., Гвоздев А.С., Мелентьев В.С. – Самара: Изд-во СГАУ (НИУ), 2011. – 40 с.: ил.

4. Проданов, М. Е. Разработка технологии создания «виртуального» ГТД в учебном процессе [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / Н. И. Старцев, С. В. Фалалеев; Минобрнауки России, Самар. гос.аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (3,25 Мбайт). - Самара, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM)

5. Гвоздев А. С. Изучение конструкции авиационных двигателей и энергетических установок с использованием 3D-моделей их элементов [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. С. Гвоздев, В. С. Мелентьев, Д. С. Лёжин; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. и граф. дан. (12,7 Мбайт). – Самара, 2013. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM)

6. Ермаков А. И. Решение сопряженных задач и моделирование деформирования элементов двигателей в программном комплексе Ansys [Текст]: учеб. пособие / А.И. Ермаков и др. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 95 с. : ил.
7. Бондарчук П. В. Моделирование колебаний, нагружения и деформирования элементов двигателя под действием газовых, центробежных и силовых нагрузок и использование CAD/CAE пакетов [Текст]: учеб. пособие / П.В. Бондарчук, Д.П. Давыдов, А.С. Котов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010. – 209 с., 452 ил.
8. Лабораторный практикум по использованию MSC.ADAMS [Электронный ресурс]: электрон. метод.указания / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. В. С.Мелентьев, А. С. Гвоздев, Д. С. Лёжин. – Электрон. и граф. дан. (1 Мбайт). – Самара, 2013. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
9. Шкловец А. О. Конструкционный анализ методом конечных элементов в САЕ-пакете Ansys Mechanical [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / А.О. Шкловец; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королёва (нац. исслед. ун-т). – Электрон. и граф. данные (2,245 Мб). – Самара, 2012. – 1 эл. опт. диск. (CD-ROM).
10. Пономарев Ю.К. Теоретические основы высокоэффективных виброизоляторов. Электрон. учеб. пособие. – Самара: Изд-во СГАУ, 2011. – 102 с.

Примерное контрольное задание:

Виртуальное моделирование элементов вибрационно-защитной системы прецизионного оборудования

1. Спроектировать в САД-пакете и выполнить детализовку элементов виброизолирующего устройства для защиты прецизионного оборудования, согласно данным ТЗ:

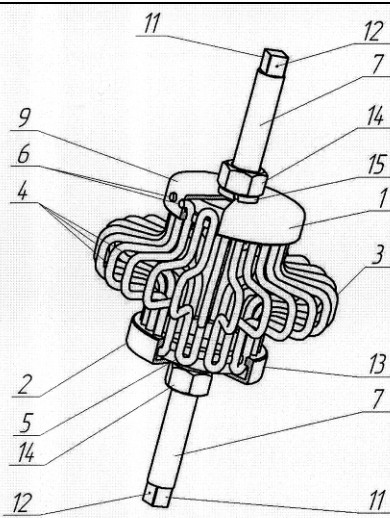


Рис. 1. Конструкция виброизолятора в изометрии с местными вырезами.

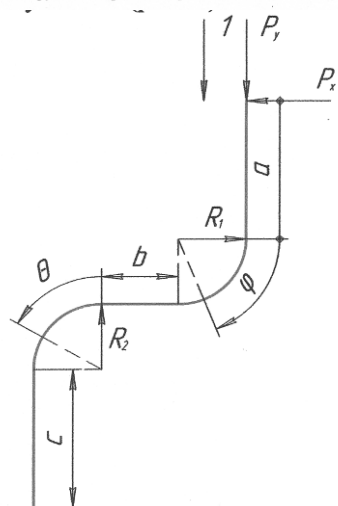


Рис. 2. Схема осевой линии элемента (показана половина эл-та до осевой горизонтальной линии симметрии)

№ п/п	R1	R2	a, мм	b, мм	c, мм	D _{тр} , мм	n	N
1	3	5	10	10	5	3	49	16
2	3	3	5	15	5	3	133	32
3	5	5	5	20	5	3	259	12
4	4	4	7	25	7	3	133	24
5	3	3	5	30	5	3	49	32
6	3	10	5	25	0	3	259	16
7	0	10	0	25	0	3	49	32
8	15	15	0	0	0	3	133	16
9	5	5	10	10	5	4	259	24
10	6	6	10	30	10	4	49	12
11	10	10	10	40	10	4	133	12
12	8	8	15	50	15	4	259	16
13	6	6	10	60	10	5	133	32
14	6	20	10	50	0	3	49	16
15	0	20	0	50	0	5	259	12
16	30	30	0	0	0	4	133	16
17	10	10	20	20	10	5	49	12
18	12	15	12	10	15	3	259	16
19	15	15	0	0	0	4	133	8
20	9	9	10	10	10	5	259	16
21	0	15	0	20	0	3	49	32
22	0	20	0	30	0	4	133	12
23	25	25	0	0	0	5	259	48
24	30	30	0	0	0	4	49	32
25	30	30	0	5	15	5	259	32
26	20	25	10	15	20	3	133	48
27	15	15	25	50	10	5	49	48
28	9	9	10	10	5	3	49	16
29	7	5	5	15	5	3	133	16
30	6	12	5	20	5	3	259	12

Примечание: на рис 1: 1, 2 - оправки; 3, 4 - упругодемпфирующий элемент (УДЭ); 5-15 - элементы закрепления УДЭ и конструктивные элементы для крепления к источнику вибрации и виброзащищаемому объекту; n – число проволок в тросе; N – число элементов в ансамбле виброизолятора; E=200000 Н/мм²; Номинальную нагрузку определять для перемещения 2,5 мм или собственной частоты массы с виброизолятором 10 Гц.

$$J = n \cdot \frac{\pi d^4}{64};$$

Для n=49 d=D_{тр}/9; Для n=133 – d= D_{тр}/15; Для 259 – d= D_{тр}/21.

2. Осуществить виртуальную сборку изделия.

3. По объемным моделям деталей и сборки выполнить рабочие чертежи с простановкой размеров, допусков на изготовление, чистоты обработки поверхностей и технологическими указаниями по изготовлению.

4. На основе полученной модели выполнить расчёты на жёсткость и прочность в линейной постановке и в нелинейной постановке с использованием программного комплекса ANSYS.
5. С использованием дополненной многодисциплинарной модели, выполнить расчёт нагрузочных характеристик виброизолирующего устройства по трём ортогональным направлениям с применением программного комплекса ANSYS.
6. С использованием многодисциплинарной модели, произвести в программном комплексе MSC.ADAMS расчёт амплитудно-частотных характеристик виброзащитной системы.
7. Оформить в соответствии с ЕСКД и с применением PDM-системы, результаты проектирования и виртуальных испытаний:
 - описание технологии проектирования изделия в среде 3D-проектирования;
 - описание конструкции изделия;
 - принцип ее работы;
 - описание методики расчёта характеристик демпфирующего элемента;
 - описание методики определения нагрузочных характеристик виброизолятора с приведением графиков виртуальных испытаний;
 - анимацию нагружения изделия в процессе работы виброзащитной системы с приведением в отчёте формы упругой линии виброизолятора в нагруженном состоянии;
 - анализ проделанных исследований с изложением его в разделе "Выводы" отчёта;
 - комплект рабочих чертежей изделия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Материально-технические условия реализации программы

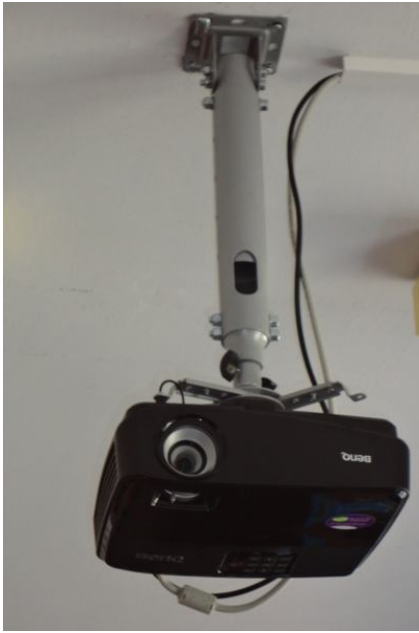
Класс интерактивных технологий обучения:



Лаборатория компьютерного моделирования (2шт):



Мультимедийный проектор, интерактивная доска для обучения:



Центр истории авиации и двигателестроения

