

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

УТВЕРЖДАЮ
Директор Аэрокосмического института
А.И. Сердюк
(подпись, расшифровка подписи)
" " 20__ г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«М.1.В.ДВ.1.1 Колебания конструкций летательных аппаратов»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
(код и наименование направления подготовки)

Стартовые комплексы и пусковые установки
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академической магистратуры

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

903607

903607

Рабочая программа дисциплины «М.1.В.ДВ.1.1 Колебания конструкций летательных аппаратов» /сост.

Н.А. Морозов- Оренбург: ОГУ, 2018

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

© Морозов Н.А., 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3 Требования к результатам обучения по дисциплине	5
4 Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1 Структура дисциплины	5
4.2 Содержание разделов дисциплины.....	6
4.3 Лабораторные работы	7
4.4 Практические занятия (семинары).....	7
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины	8
5.1 Основная литература	8
5.2 Дополнительная литература	8
5.3 Периодические издания	9
5.4 Интернет-ресурсы.....	9
5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий.....	9
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	9
Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	10

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

развитие навыков научного мышления, формирование инженерного подхода к постановке задач, овладение современными методами решения задач колебаний конструкций летательных аппаратов и анализом их результатов.

Задачи:

усвоение основных понятий, принципов исследования колебаний элементов и конструкций летательных аппаратов; формирование навыков практического решения конкретных инженерных задач, связанных с колебательными процессами элементов летательных аппаратов, демпфированием колебаний и виброизоляции.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *М.1.Б.5 Деловой иностранный язык, М.1.В.ОД.1 Устройство и проектирование ракет и космических аппаратов*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p>Знать: особенности защиты экосистемы</p> <p>Уметь: предусматривать меры по сохранению и защите экосистемы в профессиональной и общественной деятельности.</p> <p>Владеть: методами сохранения и защиты экосистемы.</p>	ОК-4 способностью предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности
<p>Знать: один иностранный язык.</p> <p>Уметь: создавать и редактировать тексты профессионального назначения.</p> <p>Владеть: литературной и деловой письменной и устной речью на государственном языке Российской Федерации.</p>	ОК-9 свободным владением литературной и деловой письменной и устной речью на государственном языке Российской Федерации, навыками публичной и научной речи, умением создавать и редактировать тексты профессионального назначения, анализировать логику рассуждений и высказываний, владением одним из иностранных языков
<p>Знать: методы научного познания.</p> <p>Уметь: понимать особенности инженерно-технического подхода к профессиональным проблемам.</p> <p>Владеть: культурой мышления и знанием его общих законов.</p>	ОПК-2 владением культурой мышления и знанием его общих законов, пониманием особенностей инженерно-технического подхода к профессиональным проблемам

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p>Знать: технические и экономические показатели изделий</p> <p>Уметь: проводить объемно массовый анализ, разрабатываемых изделий.</p> <p>Владеть: технико-экономическим анализом проводимых разработок.</p>	ПК-7 способностью проводить объемно массовый анализ, разрабатываемых изделий, обеспечивая получение оптимальных эксплуатационных характеристик при минимальной стоимости изделия

Постреквизиты дисциплины: *М.2.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать: математические основы колебательных процессов элементов и конструкций летательных аппаратов.</p> <p>Уметь: рассчитывать элементы и конструкции летательных аппаратов на колебания и удар.</p> <p>Владеть: расчетными методами определения частот колебаний конструкций летательных аппаратов</p>	ОПК-3 способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий
<p>Знать: о разработанных новейших конструкционных материалах.</p> <p>Уметь: определять частотные характеристики новейших конструкционных материалов.</p> <p>Владеть: методами анализа современной научно-технической литературы.</p>	ПК-8 способностью изучать и анализировать современную научно-техническую литературу с целью получения информации о разработках новейших конструкционных материалов, отвечающих требованиям ракетно-космической техники
<p>Знать: особенности конструирования элементов летательных аппаратов, связанные с их колебаниями, обеспечивающие максимальную прочность и надежность конструкции при минимальной массе и стоимости.</p> <p>Уметь: конструировать оптимальные изделия.</p> <p>Владеть: технико-экономическим и частотным анализом проводимых разработок.</p>	ПК-10 способностью разрабатывать конструктивно силовую схему изделия, обеспечивающую максимальную прочность и надежность конструкции при минимальной массе и стоимости

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	51,25	51,25
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	128,75	128,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Расчет колебаний конструкций и элементов летательных аппаратов	86		12	24	50
2	Демпфирование колебаний	46		2	4	40
3	Виброизоляция	48		2	6	40
	Итого:	180		16	34	130
	Всего:	180		16	34	130

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Расчет колебаний конструкций и элементов летательных аппаратов Крутильные, продольные и поперечные колебания стержня. Расчет частот собственных колебаний тела на пружинах. Расчет частот колебаний консольных ферм. Колебания груза на кронштейне. Изгибные колебания балок с различным закреплением концов. Температурные напряжения и их влияния на характеристики колебаний балки. Колебания составных балок, включающих разнородные материалы. Влияние жесткости защемления балки и инерции груза на ее колебания. Влияние продольных статических сил на колебания балки. Экспериментальное определение моментов инерции элементов летательных аппаратов. Колебания неопертой Т-образной балки.

№ 2 Демпфирование колебаний Схемы ударных демпферов. Работа демпферов. Демпфирование изгибных колебаний стержней. Демпфирование крутильных колебаний валов. Определение характеристик ударного демпфера. Роль трения при демпфировании. Определение коэффициента демпфирования по результатам испытаний модели.

№ 3 Виброизоляция Общие принципы виброизоляции двигательных установок от корпуса летательного аппарата. Импульсы различных двигателей. Расчет виброизоляции двигателя. Расчет частот собственных колебаний силовых установок. Определение моментов инерции двигателей. Определение жесткости амортизации силовой установки.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Исследование колебаний системы «твердое тело – упругий стержень»	2
2	1	Исследование собственных колебаний твердого тела на пружинах	2
3	1	Исследование колебаний груза, укрепленного на конце фермы	2
4	1	Исследование колебаний груза, укрепленного на конце кронштейна	2
5	1	Определение частот собственных изгибных колебаний балок с различным закреплением их концов	2
6	1	Исследование изменения частоты изгибных колебаний балки вследствие нагрева	2
7	1	Определение частоты изгибных колебаний балки, изготовленной из разнородных материалов	2
8	1	Исследование зависимости изгибающего момента от формы колебаний балки	2
9	1	Исследование влияния инерции вращения сосредоточенного груза на частоту колебаний балки	2
10	1	Исследование влияния статических продольных сил на частоту колебаний балки	2
11	1	Определение моментов инерции элементов летательных аппаратов	2
12	1	Колебания неопертой Т-образной балки	2
13	2	Исследование демпферов колебаний	2
14	2	Определение коэффициента демпфирования натурального объекта по результатам испытаний модели	2
15	3	Исследование принципов виброизоляции двигательных установок от корпуса летательного аппарата	2
16	3	Определение моментов инерции двигателей	2
17	3	Определение жесткости амортизации силовой установки	2
		Итого:	34

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Радиальные и крутильные колебания кругового кольца	2
2	1	Изгибные колебания кругового кольца, колебания части кольца	2
3	1	Колебания прямоугольных и квадратных мембран	2
4	1	Колебания круглых мембран	2
5	1	Колебания прямоугольных и квадратных пластин	2
6	1	Колебания круглых пластин	2
7	2	Коэффициент динамичности при ударе	2
8	3	Расчет параметров виброизоляции	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 **Перунова, М. Н.** Колебания и волны [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования инженерно-технических направлений подготовки / М. Н. Перунова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.23 Мб). - М. : ОГУ, 2012. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 5.0. - № гос. регистрации 0321202860.

5.2 Дополнительная литература

1 **Грибков, В.А.** Виброизмерительная аппаратура. Структура, работа датчиков, калибровка каналов [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Грибков В.А., Шиян Д.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011.— 112 с. — Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=30932>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

2 **Дмитриев, С.Н.** Применение метода синтеза форм для расчета колебаний космического летательного аппарата [Электронный ресурс]: Учебное пособие по курсу «Динамика конструкций космических летательных аппаратов»/ Дмитриев С.Н., Калугин И.Ю., Тушев О.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 16 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=31347>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

3 **Бернс, В.А.** Диагностика и контроль технического состояния самолетов по результатам резонансных испытаний [Электронный ресурс]: Монография/ Бернс В.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 270 с. — Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=44914>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

4 **Бернс, В.А.** Диагностика дефектов органов управления самолетом по параметрам вибраций [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Бернс В.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 71 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=44913>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

5 **Доев, В.С.** Теория колебаний в транспортной механике [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Доев В.С., Доронин Ф.А., Индейкин А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2011.— 352 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=16155>. — «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

6 **Кузнецов, Н.К.** Гашение колебаний в трехмассовых мехатронных системах [Электронный ресурс]: Монография/ Кузнецов Н.К., Перельгина А.Ю., Перельгин В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2012.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=23074>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

7 **Дубнищев, Ю.Н.** Колебания и волны [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Дубнищев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017.— 328 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=65275>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

8 **Курлаев, Н.В.** Теоретические основы самолето- и вертолетостроения [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Курлаев Н.В., Нарышева Г.Г., Рынгач Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 100 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=45038>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

9 **Машиностроение. Ракетно-космическая техника.** Том IV-22. Книга 1 [Электронный ресурс]: Энциклопедия/ А.П. Аджян [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение,

2012.— 925 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=18535>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

10 **Машиностроение. Энциклопедия. Ракетно-космическая техника.** Том IV-22. Книга 2. Часть I [Электронный ресурс]/ И.П. Абрамов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2014.— 566 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=47620>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

11 **Машиностроение. Энциклопедия. Ракетно-космическая техника.** Том IV-22. Книга 2. Часть II [Электронный ресурс]/ И.П. Абрамов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2014.— 549 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=47621>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

5.3 Периодические издания

1. Аэрокосмическое обозрение: аналитика, комментарии, обзоры: / ООО «Издательская группа «Бедретдинов и Ко». - М. : Издательская группа «Бедретдинов и Ко». - ISSN 1726-8516.

5.4 Интернет-ресурсы

1. В учебном процессе систематически используются ресурсы электронной библиотеки Регионального портала образовательного сообщества Оренбуржья – Режим доступа: <http://www.orenport.ru>

2. Информационное агентство «Российская авиация и космонавтика». – Режим доступа: www.avia.ru.

3. Международный математический журнал Нелінійні коливання (рус. Нелинейные колебания). - ISSN 1562-3076 – Режим доступа: <https://www.imath.kiev.ua/~nosc/web/index.php>

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Система MathCad – используется для выполнения расчетов при планировании экспериментов и математического моделирования исследуемых объектов.

2. Microsoft Office - офисный пакет приложений для подготовки отчета по практике, разработки презентаций, графиков, электронных таблиц.

3. САПР Autodesk Inventor – используется для разработки чертежей и схем научно-исследовательского оборудования, образцов, приспособлений и т.п.

4. Среда разработки прикладных программ для программируемых логических контроллеров: CoDeSys текущей версии. Доступна бесплатно после регистрации. Разработчик: компания 3S-Smart Software Solution. Режим доступа: <https://www.codesys.com/download/download-center.html>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

При проведении занятий в лабораториях кафедр Аэрокосмического института ОГУ материально-техническим обеспечением служит:

- вычислительная техника и периферийное оборудование компьютерного класса кафедры летательных аппаратов.

- учебно-исследовательское оборудование и приборы лабораторий кафедры, а именно: лаборатория конструкций летательных аппаратов – 9402; лаборатория агрегатов летательных аппаратов – 9108; лаборатория систем управления летательных аппаратов – 9401; лаборатория аэродинамики – 9201; лаборатория прототипирования – 9202; лаборатория прочности летательных аппаратов – 9303; лаборатория термодинамики – 9305.

ЛИСТ

согласования рабочей программы

Направление подготовки: 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
код и наименование

Наименование магистерской программы: Стартовые комплексы и пусковые установки

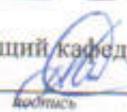
Дисциплина: М.1.В.ДВ.1.1 Колебания конструкций летательных аппаратов

Форма обучения: очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2018

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры
Кафедра летательных аппаратов
наименование кафедры

протокол № _____ от "___" _____ 20__ г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой
Кафедра летательных аппаратов
наименование кафедры  А.Д. Припадчев
подпись расшифровка подписи

Исполнители:
доцент должность  Н.А. Морозов
подпись расшифровка подписи

_____ должность _____ подпись _____ расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии, научный руководитель по направлению подготовки
24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
код и наименование  А.Д. Припадчев
личная подпись расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы  А.Д. Припадчев
личная подпись расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки  Н.Н. Грицай
личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института  А.М. Черноусова
личная подпись расшифровка подписи

Рабочая программа зарегистрирована в ОИОТ ЦИТ
Начальник отдела информационных образовательных технологий ЦИТ Е.В. Дырдина
личная подпись расшифровка подписи

