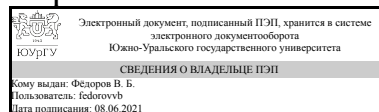


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



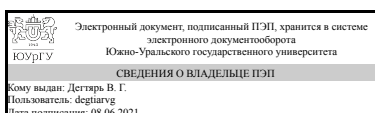
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.03.02 Динамические испытания
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

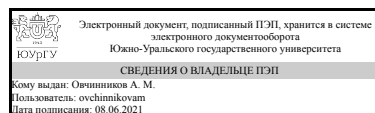
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
старший преподаватель



А. М. Овчинников

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков оценки прочности конструкций с точки зрения динамического нагружения и улучшения прочностных характеристик проектируемых конструкций авиационной и ракетно-космической техники. Задачи дисциплины: - освоение категориально-понятийного аппарата дисциплины; - получение информации о роли и месте динамики в общем процессе проектирования конструкций летательных аппаратов; - изучение теоретических основ и практических методов динамического анализа сложных конструкций; - получение навыков экспериментального исследования динамики конструкции и выбора пути целенаправленного изменения исходных параметров в сторону оптимизации динамических характеристик конструкции летательного аппарата в целом; - получение навыков составления отчетной технической документации по выполненным работам;

Краткое содержание дисциплины

В содержание дисциплины входят краткий исторический очерк развития динамики конструкции, описание роли динамических испытаний в общем процессе создания современных летательных аппаратов. Рассмотрены теоретические основы и практические методы динамического анализа сложных конструкций. Описаны возможные внешние воздействия на конструкцию, а также их реализация в экспериментальных моделях.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы) |
|--|--|
| ПК-4 способностью проводить техническое проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации и на базе современных программных комплексов | Знать:- отраслевые нормативные документы и основополагающие работы по данному разделу науки; - методы определения динамических характеристик ЛА. |
| | Уметь:- формулировать цель и задачи экспериментального исследования; - формулировать рекомендации для оптимизации конструкции по результатам эксперимента. |
| | Владеть:- категориями и понятиями курса; - экспериментальными методами определения динамических характеристик ЛА. |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Б.1.20 Метрология, стандартизация и сертификация, Б.1.30 Проектирование РКТ, Б.1.14 Соппротивление материалов | Б.1.42 Вибропрочность конструкции ЛА, Б.1.39 Математическое моделирование систем ракетно-космической техники |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|--|--|
| Б.1.30 Проектирование РКТ | Знать принципы определения проектных параметров узлов и агрегатов ЛА и уметь применять знания на практике. |
| Б.1.14 Сопротивление материалов | Знать основные методы расчёта прочности конструкций. Иметь навыки решения задач сопротивления материалов. |
| Б.1.20 Метрология, стандартизация и сертификация | Знать общепринятые системы физических величин и единиц, иметь представление о теории погрешностей и решении вопросов обработки результатов измерений |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 8 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 48 | 48 | |
| Лекции (Л) | 24 | 24 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 24 | 24 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 60 | 60 | |
| Подготовка к экзамену | 60 | 60 | |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | экзамен | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|--|---|----|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Теоретические основы расчёта динамических характеристик ЛА | 18 | 8 | 10 | 0 |
| 2 | Экспериментальная динамика конструкций авиационной и ракетно-космической техники | 30 | 16 | 14 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Основы теории колебаний | 2 |

| | | | |
|---|---|--|---|
| 2 | 1 | Колебание жидкости в баках | 2 |
| 3 | 1 | Реализация решения задач динамики конструкций ЛА в конечно-элементных комплексах | 4 |
| 4 | 2 | Типы и средства динамических испытаний | 6 |
| 5 | 2 | Проведение динамических испытаний материалов | 2 |
| 6 | 2 | Проведение динамических испытаний конструкций РКТ | 4 |
| 7 | 2 | Обработка результатов динамических испытаний | 4 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Выполнение модального анализа конструкции. Обработка результатов расчёта | 2 |
| 2 | 1 | Выполнение гармонического анализа. Обработка результатов расчёта | 2 |
| 3 | 1 | Выполнение анализа неустановившихся колебаний конструкции. Анализ переходного процесса | 6 |
| 4 | 2 | Типы и средства динамических испытаний. Оборудование, испытательные стенды | 4 |
| 5 | 2 | Проведение динамических испытаний стандартных образцов. Определение предела выносливости материала. | 4 |
| 6 | 2 | Изучение программного обеспечения динамических испытаний | 4 |
| 7 | 2 | Обработка результатов динамических испытаний. | 2 |

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | |
|---------------------------------|---|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену | Конспект лекций | 60 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|
| Контекстное обучение | Практические занятия и семинары | мотивация студентов к усвоению знаний путём выявления связей между конкретным знанием и его применением. | 8 |
| Работа в малых группах | Практические занятия и семинары | совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности. | 6 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

| | |
|------------------------------------|--|
| Инновационные формы обучения | Краткое описание и примеры использования в темах и разделах |
| Обучение на основе опыта | активизация познавательной деятельности студента за счёт ассоциации их собственного опыта с предметом обучения |
| Опережающая самостоятельная работа | изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий |
| Проблемное обучение | стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы |

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий |
|----------------------------------|--|--------------------------------|------------|
| Все разделы | ПК-4 способностью проводить техническое проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации и на базе современных программных комплексов | Экзамен | 1-14 |

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
|--------------|---|---|
| Экзамен | С целью контроля знаний, полученных студентами при изучении дисциплины в конце семестра проводится экзамен. Для допуска к экзамену студенту необходимо сдать преподавателю и защитить все отчеты по практическим занятиям. Во время проведения экзамена студентом выбирается билет с вопросами по изученным темам. Студент отвечает на них письменно или устно. | Отлично: владение знаниями предмета в полном объеме учебной программы; студент достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивал при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы. Хорошо: владение знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); студент самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>Удовлетворительно: владение основным объемом знаний по дисциплине; студент проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов.</p> <p>Неудовлетворительно: студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора</p> |
|--|--|--|

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|--------------|---|
| Экзамен | <ol style="list-style-type: none"> 1. Основы динамического анализа. Уравнение движения. 2. Определение действительных собственных значений. 3. Гармонический анализ. 4. Анализ неустановившегося (переходного) процесса. 5. Уравнение колебаний одномассовой системы. 6. Принцип Гамильтона. 7. Свободные продольные колебание стержня. 8. Вынужденные продольные колебания стержня. 9. Колебание балки. 10. Колебание жидкости в баках. 11. Типы и средства динамических испытаний. 12. Оборудование, испытательные стенды. 13. Обработка результатов динамических испытаний. 14. Программное обеспечение динамических испытаний |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

1. Шефер, Л. А. Вероятностные методы расчета и запасов прочности несущих элементов конструкций транспортных систем Текст монография Л. А. Шефер ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 250 с. ил.

2. Макеев, В. П. Статистические задачи динамики упругих конструкций Текст В. П. Макеев, Н. И. Гриненко, Ю. С. Павлюк. - М.: Наука, 1984. - 232 с.

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Динамика, прочность и износостойкость машин Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана, Челяб. гос. техн. ун-т (ЧГТУ)

2. Деформация и разрушение материалов науч.-техн. и произв. журн. Изд. ООО "Наука и технологии" журнал

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Не предусмотрено

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Не предусмотрено

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование разработки | Наименование ресурса в электронной форме | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------------|--|---|---|
| 1 | Основная литература | Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть I. [Электронный ресурс] / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 563 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/63258 — Загл. с экрана. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| 2 | Дополнительная литература | Абрамов, И.П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22, В 2 кн. Кн. 2. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.П. Абрамов, И.В. Алдашкин, Э.В. Алексеев ; под ред. Легостаева В.П.. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2014. — 548 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/63259 . — Загл. с экрана. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
2. ASCON-Компас 3D(бессрочно)
3. MSC Software-University MD FEA + Motion Bundle (MD Nastran, Patran, Marc, Sofy, Dytran, Flightloads, MSC Sinda, MD Adams, Easy5)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, |
|-------------|---|--|
|-------------|---|--|

| | | |
|---------------------------------|------------|---|
| | ауд. | предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
| Лабораторные занятия | 110 (2) | Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением |
| Лекции | 246 (2) | меловая доска |
| Практические занятия и семинары | 010 (2) | Электродинамический вибростенд LDS V780 с Системой управления Bruel&Kjaer |