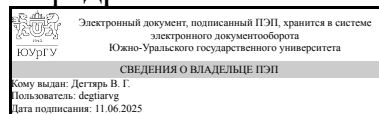


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



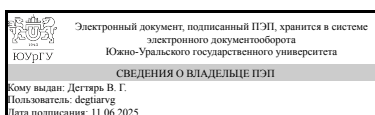
В. Г. Дегтярь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.П0.04 Динамика конструкций летательных аппаратов
для направления 24.03.04 Авиастроение
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Беспилотные летательные аппараты
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты**

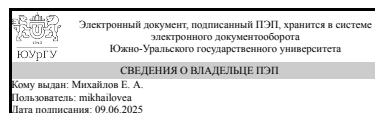
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.04 Авиастроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 81

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
ассистент



Е. А. Михайлов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения предмета является ознакомить студентов специальности с динамикой корпуса управляемого летательного аппарата с целью освоения научных основ для оценки динамического совершенства конструкций и путей улучшения динамических характеристик проектируемых летательных аппаратов. В результате усвоения дисциплины студент должен решить следующие задачи: - получить представление о роли и месте динамики в общем процессе проектирования конструкций летательных аппаратов; - узнать теоретические основы и практические методы динамического анализа сложных конструкций; - научиться по конструктивно-компоновочной схеме летательного аппарата выбирать расчетную модель и определять динамические характеристики конструкции и рассчитать параметры вынужденных колебаний упругой конструкции при детерминированных и случайных внешних воздействиях; - приобрести навыки динамического анализа конструкции и выбора пути целенаправленного изменения параметров в сторону улучшения динамических характеристик конструкции аппарата в целом.

Краткое содержание дисциплины

В содержание дисциплины входит краткий исторический очерк развития механики и описание роли динамики в общем процессе создания современных летательных аппаратов. Рассматриваются теоретические основы и практические методы динамического анализа сложных конструкций. Дается описание возможных внешних воздействий на конструкцию, а также их реализация в расчетных динамических моделях. Показывается алгоритм построения математических моделей для определения динамических реакций конструкции с учетом детерминированных и случайных воздействий.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность выполнить техническое проектирование деталей и узлов, механизмов, подсистем летательных аппаратов с последующей разработкой рабочей конструкторской документации	Знает: теоретические основы и практические методы динамического анализа конструкций летательных аппаратов Умеет: определять динамические характеристики конструкции и рассчитать параметры вынужденных колебаний упругой конструкции при детерминированных и случайных внешних воздействиях; Имеет практический опыт: выбора расчетной модели по конструктивно-компоновочной схеме летательного аппарата для определения динамических характеристик

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Авиационные двигатели,	Системы управления летательными аппаратами,

Баллистика летательных аппаратов, Проектирование авиационных конструкций, Метрология, стандартизация и сертификация, Конструкция двигательных установок летательных аппаратов, Устройство летательных аппаратов, Производственная практика (научно- исследовательская работа) (4 семестр)	Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)
--	---

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

Дисциплина	Требования
Конструкция двигательных установок летательных аппаратов	Знает: компоновку, назначение, параметры двигательных установок авиационной техники; назначение, состав, конструкцию основных агрегатов двигателей летательных аппаратов Умеет: применять знания о реактивном движении и принципе действия двигателей летательных аппаратов; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования двигателей летательных аппаратов Имеет практический опыт: применения основных соотношений теории реактивного двигателя, классифицирования двигателей летательных аппаратов и их агрегатов, работы на натурных образцах ЖРД и РДТТ; выбора двигателей летательных аппаратов для авиационной техники
Метрология, стандартизация и сертификация	Знает: понятия и определения, используемые в метрологии, общие законы и правила измерений, обеспечение их единства, требуемой точности и достоверности, основы Государственной системы стандартизации, основные метрологические методы и средства измерения линейных и угловых величин, показатели качества продукции и методы ее оценки Умеет: организовывать измерительный эксперимент и правильно выбрать измерительную технику для конкретных измерений, обоснованно выбирать допуски и посадки типовых соединений; решать задачи размерного анализа; обоснованно выбирать и применять соответствующие конкретной ситуации положения законодательных актов и основополагающих документов по метрологии, стандартизации, сертификации Имеет практический опыт: выбора универсального измерительного средства в зависимости от требуемой точности параметра, проведения измерений и оценки погрешности измерений, оценки качества изделий
Авиационные двигатели	Знает: физические основы двигателей летательных аппаратов, устройство жидкостных двигателей и их компонентов, устройство двигателей летательных аппаратов на твердом

	топливе (РДТТ) и их элементов, внутрикамерные процессы двигателей летательных аппаратов Умеет: применять знания о реактивном движении и принципе действия двигателей летательных аппаратов; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования двигателей летательных аппаратов Имеет практический опыт: применения основных соотношений теории реактивного двигателя, классифицирования двигателей летательных аппаратов и их агрегатов, работы на натурных образцах ЖРД и РДТТ; выбора двигателей летательных аппаратов для авиационной техники
Проектирование авиационных конструкций	Знает: особенности проектирования современных авиационных летательных аппаратов; методологию системного проектирования; типы проектных моделей авиационной техники; критерии и методы оценки проектных и конструкторских решений; основы проектирования частей летательных аппаратов Умеет: определять основные параметры авиационных летательных аппаратов; выполнять компоновку; Имеет практический опыт: методами оценки проектных и конструкторских решений авиационных летательных аппаратов;
Баллистика летательных аппаратов	Знает: общую теорию движения летательных аппаратов в воздухе под воздействием внешних сил Умеет: составлять математические модели, описывающие движение систем авиационных конструкций, решать системы дифференциальных уравнений описывающих движение авиационных конструкций, исследовать влияния физических условий внешней среды и технических характеристик авиационных конструкций на баллистические характеристики; создавать алгоритмы движения авиационных конструкций применительно к конкретным задачам Имеет практический опыт: определения параметров движения летательных аппаратов на начальных участках траектории
Устройство летательных аппаратов	Знает: классификацию деталей и механизмов летательных аппаратов; основные требования к деталям, узлам и механизмам летательных аппаратов; общие принципы и правила конструирования деталей и узлов механизмов летательных аппаратов Умеет: обосновывать выбор устройств в изделиях авиационной и ракетно-космической техники; проводить конструирование деталей и узлов механизмов летательных аппаратов с использованием системного подхода Имеет практический опыт: расчета параметров деталей и узлов механизмов летательных аппаратов; разработки рабочих и сборочных чертежей деталей и узлов механизмов летательных аппаратов

Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)	Знает: системы и методы проектирования авиационной техники; методики проведения расчетов при конструировании летательных аппаратов Умеет: вносить технические данные в облачную корпоративную систему для всесторонней оценки, проработки и корректировки в режиме реального времени, актуализировать ее Имеет практический опыт: разработки математических моделей реальных явлений и процессов, описывающих функционирование проектируемых составных частей, изделий авиационной техники
---	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по семестровой работе.	30	30
Подготовка к зачету	23,75	23,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы динамического анализа	6	6	0	0
2	Определение действительных собственных значений	6	6	0	0
3	Гармонический анализ	12	6	6	0
4	Анализ неустановившегося (переходного) процесса	4	4	0	0
5	Колебания упругих тел	16	6	10	0
6	Колебание жидкости в баках	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основы динамического анализа	2
2	1	Решение уравнения движения	4
3	2	Определение действительных собственных значений	6
4	3	Гармонический анализ	2
5	3	Методы расчёта	2
6	3	Сравнение методов	2
7	4	Анализ неустановившегося (переходного) процесса	4
8	5	Уравнение колебаний	1
9	5	Принцип Гамильтона	1
10	5	Частоты и формы продольных колебаний стержня	1
11	5	Колебания упругих тел. Свободные продольные колебание стержня	1
12	5	Колебания упругих тел. Вынужденные продольные колебания стержня	1
13	5	Колебания упругих тел. Колебание балки	1
14	6	Колебание жидкости в баках	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Определение частот и форм свободных продольных колебаний незакрепленного стержня	2
2	3	Определение частот и форм продольных колебаний стержня, закреплённого на одном конце и связанного массой на другом (часть 1)	2
3	3	Определение частот и форм продольных колебаний стержня, закреплённого на одном конце и связанного массой на другом (часть 2)	2
4	5	Определение частот и форм поперечных и продольных колебаний стержня (стержень идеализируется двумя конечными элементами) (часть 1)	2
5	5	Определение частот и форм поперечных и продольных колебаний стержня (стержень идеализируется четырьмя и более конечными элементами) (часть 2)	2
6	5	Определение частот и форм продольных колебаний стержня с помощью программного комплекса ANSYS. Оценка точности полученного решения	2
7	5	Определение частот и форм изгибных (поперечных) колебаний закрепленного стержня с сосредоточенной массой с помощью программного комплекса ANSYS. Оценка точности полученного решения	2
8	5	Определение частот и форм колебаний пластин и оболочек с помощью программного комплекса ANSYS. Оценка точности полученного решения	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов

Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по семестровой работе.	Основная и дополнительная литература	7	30
Подготовка к зачету	Основная и дополнительная литература	7	23,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Семестровое задание №1	25	25	Семестровое задание выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №1 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №1 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	зачет
2	7	Текущий контроль	Семестровое задание №2	25	25	Семестровое задание выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №2 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №2 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	зачет
3	7	Текущий контроль	Семестровое задание №3	25	25	Семестровое задание выполняется в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение семестрового задания №3 - 25 баллов. Баллы за выполнение семестрового задания №3 начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за выполнение семестровых заданий"	зачет
4	7	Текущий контроль	Контрольный опрос	25	25	Ответы на вопросы контрольного опроса выполняются в соответствии с методическими указаниями, представленными в электронном курсе Электронного ЮУрГУ. Максимальное количество баллов за выполнение	зачет

						контрольного опроса - 25 баллов. Баллы за выполнение контрольного опроса начисляются в соответствии с "Методикой определения баллов за ответы на вопросы контрольных опросов"	
5	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	40	35-40 баллов: полный правильный ответ на все вопросы задания. вопросы раскрыты полностью, студент понимает значение терминов, свободно отвечает на дополнительные вопросы. 30-34 баллов начисляются при одном неверном ответе, в случае верных ответов на другие вопросы, студент в основном понимает значение терминов, не уверенно отвечает на дополнительные вопросы. 24-29 баллов начисляются при поверхностном представлении вопросов, без достаточного их обоснования вопросы раскрыты не полностью, студент лишь частично понимает значение терминов или искажает их смысл, на дополнительные вопросы отвечает частично или не отвечает. 0-23 баллов: неверные ответы, студент не владеет терминологическим аппаратом, не отвечает на дополнительные вопросы.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в форме устного опроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Для получения отметки "зачтено" студенту необходимо в сумме набрать не менее 60 баллов, при этом каждое контрольное мероприятие текущего контроля должно быть выполнено на уровень не ниже 40% от максимально возможных баллов за контрольное мероприятие.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: теоретические основы и практические методы динамического анализа конструкций летательных аппаратов	++	++	++	++	++
ПК-1	Умеет: определять динамические характеристики конструкции и рассчитать параметры вынужденных колебаний упругой конструкции при детерминированных и случайных внешних воздействиях;	++	++	++	++	++
ПК-1	Имеет практический опыт: выбора расчетной модели по конструктивно-компоновочной схеме летательного аппарата для определения динамических характеристик	++	++	++	++	++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Когаев, В. П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени Под ред. А. П. Гусенкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1993. - 363,[1] с. ил.

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. Динамика конструкции ракет

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Динамика конструкции ракет

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Гришанина, Т. В. Нелинейная динамика упругих систем : учебное пособие / Т. В. Гришанина, Ф. Н. Шклярчук. — Москва : МАИ, 2021. — 99 с. — ISBN 978-5-4316-0793-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система https://e.lanbook.com/book/256280
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Прочность, устойчивость и колебания ферменных и рамных конструкций аэрокосмических систем : учебное пособие / А. В. Беляев, Д. М. Биденко, Ю. И. Клюев, Б. Г. Попов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система https://e.lanbook.com/book/62037
3	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Гаврюшин, С. С. Численные методы в динамике и прочности машин : монография / С. С. Гаврюшин, О. О. Барышникова, О. Ф. Борискин. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2012. — 492 с. — ISBN 978-5-7038-3622-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система https://e.lanbook.com/book/106372
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства	Басов, К. А. ANSYS: справочник пользователя : справочник / К. А. Басов. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 640 с. — ISBN

		Лань	5-94074-108-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система https://e.lanbook.com/book/1335
5	Журналы	eLIBRARY.RU	Известия высших учебных заведений. Авиационная техника https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=4832

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simploter, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
4. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	234 (2)	Меловая доска
Практические занятия и семинары	110 (2)	Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением