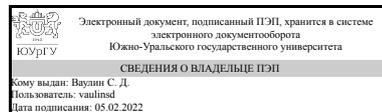


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



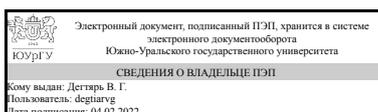
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.05 Динамика конструкций летательных аппаратов  
для направления 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Беспилотные летательные аппараты  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты

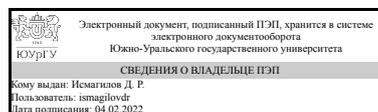
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 71

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



В. Г. Дегтярь

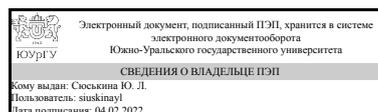
Разработчик программы,  
преподаватель



Д. Р. Исмагилов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы



Ю. Л. Сюськина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения предмета является ознакомить студентов специальности с динамикой корпуса управляемого лета-тельного 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 учётом детерминированных и случайных воздействий.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен проводить расчеты параметров нагружения, аэродинамических, прочностных, жесткостных, массо-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций изделий ракетно-космической техники	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
Баллистика летательных аппаратов,	Производственная практика, преддипломная

Динамика полета ракет, Строительная механика летательных аппаратов	практика (8 семестр)
---	----------------------

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

Дисциплина	Требования
Строительная механика летательных аппаратов	Знает: методы расчета силовых конструкций; стержневых систем, пластин, оболочек Умеет: решать задачи по определению напряженно-деформированного состояния конструкции летательных аппаратов Имеет практический опыт: расчета напряженно-деформированного состояния конструкций летательных аппаратов и их элементов; сухих и топливных отсеков, герметичных отсеков, ферменных конструкций, раскрывающихся конструкций летательных аппаратов
Динамика полета ракет	Знает: математические модели динамики полета ракет; основные сведения об устойчивости движения ракет Умеет: составлять уравнения движения и рассчитывать динамические характеристики устойчивости и управляемости ракет Имеет практический опыт: расчета динамических характеристик управляемости летательных аппаратов
Баллистика летательных аппаратов	Знает: общую теорию движения летательных аппаратов различных типов и назначения в воде, воздухе, безвоздушном пространстве под воздействием внешних сил Умеет: проводить исследование влияния физических условий внешней среды и технических характеристик носителей на баллистические характеристики летательных аппаратов; создавать алгоритмы баллистического проектирования систем и комплексов летательных аппаратов применительно к решению конкретных целевых задач Имеет практический опыт: расчета баллистических характеристик летательных аппаратов

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144

<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к экзамену	69,5	69,5
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид 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	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	14	4	10	0
5	Колебания упругих тел	16	6	10	0
6	Колебание жидкости в баках	10	4	6	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 колебания 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	Выполнение гармонического анализа средствами MSC NASTRAN. Обработка результатов расчёта	6
2	4	Формирование конечно-элементной модели стержня	4
3	4	Настройки решателя MSC NASTRAN для проведения анализа неустановившихся продольных колебаний стержня	6
4	5	Формирование расчётной модели элемента конструкции летательного аппарата	2
5	5	Настройки решателя MSC NASTRAN	2
6	5	Анализ результатов расчёта отклика конструкции на динамическое воздействие	2
7	5	Анализ результатов расчёта отклика конструкции на динамическое воздействие	2
8	5	Обработка результатов расчёта	2
9	6	Формирование расчётной модели топливного бака летательного аппарата.	4
10	6	Обработка результатов расчёта	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 экзамену	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.	7	69,5

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	Контрольное задание 1 "Описание цели и задач работы"	12	12	12 - цель и задачи работы сформулированы корректно и в полном виде 8 - цель и задачи работы сформулированы не в полном виде 4 - цель и задачи работы сформулированы в сжатом, кратком виде	экзамен

2	7	Текущий контроль	Контрольное задание 2 "Описание конструкции"	12	12	12 - описание конструкции приведено подробно и в полном виде 8 - описание конструкции приведено не в полном виде 4 - описание конструкции приведено в сжатом, кратком виде	экзамен
3	7	Текущий контроль	Контрольное задание 3 "Определение и анализ исходных данных"	12	12	12 - определение и анализ исходных данных приведено подробно и в полном виде 8 - определение и анализ исходных данных приведено не в полном виде 4 - определение и анализ исходных данных приведено в сжатом, кратком виде	экзамен
4	7	Текущий контроль	Контрольное задание 4 "Формирование расчётной модели элемента конструкции летательного аппарата"	12	12	12 - расчётная модель сформирована с полным учетом допущений и использованием исходных данных 8 - расчётная модель сформирована с неполным использованием исходных данных 4 - расчётная модель сформирована с неполным учетом допущений и использованием исходных данных	экзамен
5	7	Текущий контроль	Контрольное задание 5 "Обработка и анализ результатов расчёта"	12	12	12 - обработка и анализ результатов расчёта приведены подробно и в полном виде 8 - обработка и анализ результатов расчёта приведено не в полном виде 4 - обработка и анализ результатов расчёта приведено в сжатом, кратком виде	экзамен
6	7	Промежуточная аттестация	Мероприятие промежуточной аттестации в виде экзамена (письменный опрос)	-	40	Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводятся во время сдачи экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 4 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40.	экзамен

					<p>Весовой коэффициент мероприятия - 40.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%.</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %.</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>Промежуточная аттестация включает в себя письменный опрос. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время сдачи экзамена. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Письменный опрос из 4 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 40.</p> <p>Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию – 40. Весовой коэффициент мероприятия - 40.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-3	Знает: теоретические основы и практические методы динамического анализа конструкций летательных аппаратов	+	+	+	+		+
ПК-3	Умеет: определять динамические характеристики конструкции и рассчитать параметры вынужденных колебаний упругой конструкции при детерминированных и случайных внешних воздействиях;						++
ПК-3	Имеет практический опыт: выбора расчетной модели по конструктивно-компоновочной схеме летательного аппарата для определения динамических характеристик					+++	

Фонды оценочных средств по каждому контрольному 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. Учебное пособие

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. ДИНАМИКА КОНСТРУКЦИИ РАКЕТ. Учебное пособие

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="http://e.lanbook.com/book/63258">http://e.lanbook.com/book/63258</a> — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: <a href="https://e.lanbook.com/book/63259">https://e.lanbook.com/book/63259</a> . — Загл. с экрана.

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)

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	246 (2)	меловая доска
Лабораторные занятия	110 (2)	Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением