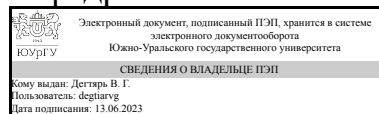


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



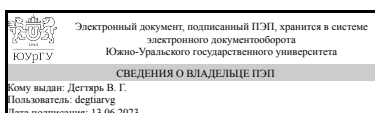
В. Г. Дегтярь

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.01 Динамика полета летательных аппаратов  
для направления 24.03.04 Авиастроение  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Беспилотные летательные аппараты  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты

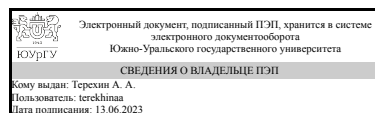
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.04 Авиастроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 81

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. А. Терехин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Ознакомить студентов с методами исследований и расчетами движения летательных аппаратов в атмосфере и космическом пространстве.

## Краткое содержание дисциплины

Цели и задачи курса. Системы координат определения положения и движение летательного аппарата в пространстве. Силы и моменты в полете. Уравнения движения. Эллиптическая теория полета. Баллистические расчеты.

## 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: математические модели динамики полета летательных аппаратов; основные сведения об устойчивости движения летательных аппаратов Умеет: составлять уравнения движения и рассчитывать динамические характеристики устойчивости и управляемости летательных аппаратов Имеет практический опыт: расчета динамических характеристик управляемости летательных аппаратов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы теории полета летательных аппаратов, Устройство летательных аппаратов, Метрология, стандартизация и сертификация, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)	Технология сборки и испытаний летательных аппаратов, Проектирование авиационных конструкций, Исполнительные устройства летательных аппаратов, Электрооборудование летательных аппаратов, Системы управления летательными аппаратами, Компьютерный инженерный анализ конструкций авиационной и ракетной техники, 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
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

	<p>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</p>
<p>Основы теории полета летательных аппаратов</p>	<p>Знает: общую теорию движения летательных аппаратов различных типов и назначения в воздухе под воздействием внешних сил Умеет: проводить исследование влияния физических условий внешней среды и технических характеристик летательных аппаратов; создавать алгоритмы проектирования летательных аппаратов применительно к решению конкретных целевых задач Имеет практический опыт: расчета баллистических характеристик летательных аппаратов</p>
<p>Метрология, стандартизация и сертификация</p>	<p>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</p>
<p>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)</p>	<p>Знает: системы и методы проектирования авиационной и ракетно-космической 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 и ракетно-космической техники</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
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>	51,5	51,5	
Подготовка к экзамену	20	20	
Самостоятельная работа "Определение параметров движения ЛА"	31,5	31,5	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
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	Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории.	2	2	0	0
2	Координаты, определяющие положение ЛА в пространстве	6	4	2	0
3	Силы и моменты, действующие на ЛА в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	6	4	2	0
4	Теория горизонтального полета.	6	4	2	0
5	Алгоритмы решения дифференциальных уравнений движения.	10	6	4	0
6	Метод тяг Жуковского.	6	4	2	0
7	Особенности взлета и посадки.	6	4	2	0
8	Особенности системы управления беспилотным ЛА.	6	4	2	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории.	2
2	2	Координаты, определяющие положение ЛА в пространстве	2
3	2	Координаты, определяющие положение ЛА в пространстве	2
4	3	Силы и моменты, действующие на ЛА в полете. Уравнения движения тел	2

		переменной массы в общем виде.	
5	3	Силы и моменты, действующие на ЛА в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2
6	4	Теория горизонтального полета.	2
7	4	Теория горизонтального полета.	2
8	5	Алгоритмы решения дифференциальных уравнений движения.	2
9	5	Алгоритмы решения дифференциальных уравнений движения.	2
10	5	Алгоритмы решения дифференциальных уравнений движения.	2
11	6	Метод тяг Жуковского.	2
12	6	Метод тяг Жуковского.	2
13	7	Особенности взлета и посадки.	2
14	7	Особенности взлета и посадки.	2
15	8	Особенности системы управления беспилотного ЛА.	2
16	8	Особенности системы управления беспилотного ЛА.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Координаты, определяющие положение ЛА в пространстве.	2
2	3	Силы и моменты, действующие на ЛА в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2
3	4	Теория горизонтального полета.	2
4	5	Алгоритмы решения дифференциальных уравнений описывающих движение ЛА	2
5	5	Алгоритмы решения дифференциальных уравнений описывающих движение ЛА	2
6	6	Аналитическое решение горизонтального полета	2
7	7	Особенности взлета и посадки.	2
8	8	Особенности системы управления беспилотного ЛА.	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	1. Баллистическая ракета подводных лодок UGM-96A Trident-1 C-4 // Ракетная техника URL: <a href="https://missilery.info/missile/trident1">https://missilery.info/missile/trident1</a> (дата обращения: 02.04.2021). 2. Сидельников Р.В. Теория полета: Краткий конспект лекций. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 73 с. 3. Аэродинамика тел простейших форм. – М: Физматлит, 1998.	5	20

	<p>– 428 с. 4. Лемешонок Т. Ю., Сизова А. А., Баранов Н. Е., Санников В. А. Математические модели динамики движения летательных аппаратов: учебное пособие. ISBN 978-5-907324-08-4. 5. Фролов А. Д. Параметрическое проектирование, расчет и исследование траекторий движения баллистических ракет с твердотопливными двигательными установками: Учебное пособие. ISBN 978-5-88151-723 6. Мануйленко В. Г., Удин Е. Г. Теоретические основы крылатых управляемых ракет: Учебное пособие. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.</p>		
<p>Самостоятельная работа "Определение параметров движения ЛА"</p>	<p>1. Баллистическая ракета подводных лодок UGM-96A Trident-1 C-4 // Ракетная техника URL: <a href="https://missilery.info/missile/trident1">https://missilery.info/missile/trident1</a> (дата обращения: 02.04.2021). 2. Сидельников Р.В. Теория полета: Краткий конспект лекций. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 73 с. 3. Аэродинамика тел простейших форм. – М: Физматлит, 1998. – 428 с. 4. Лемешонок Т. Ю., Сизова А. А., Баранов Н. Е., Санников В. А. Математические модели динамики движения летательных аппаратов: учебное пособие. ISBN 978-5-907324-08-4. 5. Фролов А. Д. Параметрическое проектирование, расчет и исследование траекторий движения баллистических ракет с твердотопливными двигательными установками: Учебное пособие. ISBN 978-5-88151-723 6. Мануйленко В. Г., Удин Е. Г. Теоретические основы крылатых управляемых ракет: Учебное пособие. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.</p>	5	31,5

## **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	Учи- тыва- ется в ПА
1	5	Проме- жуточная аттестация	Задание №1	-	2	Процедура защиты практического занятия может проходить в форме устного опроса каждого студента по содержанию отчета по практическому занятию. Вне зависимости от формы оценивания каждому студенту должно быть задано не менее пяти вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
2	5	Проме- жуточная аттестация	Задание №2 - определение оптимального угла начального вектора скорости	-	2	Процедура защиты практического занятия может проходить в форме устного опроса каждого студента по содержанию отчета по практическому занятию. Вне зависимости от формы оценивания каждому студенту должно быть задано не менее пяти вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
3	5	Проме- жуточная аттестация	Задание №3 - определение начальной скорости достижения верхней границы атмосферы	-	2	Процедура защиты практического занятия может проходить в форме устного опроса каждого студента по содержанию отчета по практическому занятию. Вне зависимости от формы оценивания каждому студенту должно быть задано не менее пяти вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
4	5	Проме- жуточная аттестация	Задание №4 - определение параметров движение при работающей ДУ	-	2	Процедура защиты практического занятия может проходить в форме устного опроса каждого студента по содержанию отчета по практическому занятию. Вне зависимости от формы оценивания каждому студенту должно быть задано не менее пяти вопросов. Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
5	5	Текущий контроль	Экзамен	5	5	5 баллов: выставляется за ответ, который полностью соответствует вопросу, ответ имеет логичное,	кур- совые работы

					<p>последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы.</p> <p>4 балла: выставляется за ответ, который полностью соответствует вопросу, ответ имеет грамотно изложенную теоретическую основу, в ответе представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями.</p> <p>3 балла: выставляется за ответ, который не полностью соответствует вопросу, имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения.</p> <p>2 балла: выставляется за ответ, который не соответствует вопросу, работа не имеет анализа, не отвечает требованиям. В ответ нет выводов либо они носят декларативный характер.</p> <p>1 балл: выставляется за ответ, которая не соответствует вопросу, не имеет анализа.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Критерии оценивания. 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. Паспорт фонда оценочных средств



Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: математические модели динамики полета летательных аппаратов; основные сведения об устойчивости движения летательных аппаратов	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: составлять уравнения движения и рассчитывать динамические характеристики устойчивости и управляемости летательных аппаратов	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: расчета динамических характеристик управляемости летательных аппаратов	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Феодосьев, В. И. Основы техники ракетного полета [Текст] Учеб. пособие для втузов В. И. Феодосьев. - М.: Наука, 1979. - 494 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Остославский, И. В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов [Текст] Учебник для вузов И. В. Остославский, И. В. Стражева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1969. - 499 с. ил.

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

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Сидельников Р.В. Траекторные параметры движения летательных аппаратов и их исследования на ЭВМ: Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005 г. – 136 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(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
Практические занятия и семинары	104 (2)	ПК, класс ПК, доска
Лекции	308 (2)	мультимедиа, компьютер