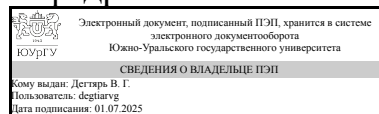


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



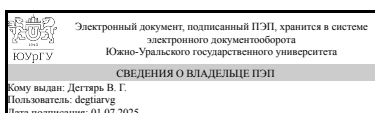
В. Г. Дегтярь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.01.01 Аэрогазодинамика
для направления 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Ракетостроение
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

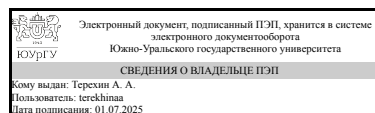
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 71

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. А. Терехин

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по аэрогазодинамике ракетно-космической техники (РКТ). Предоставление обучающимся сведений, являющихся базовыми при расчетах и проектировании ракет, расчете аэрогазодинамических процессов и параметров внешней аэродинамики

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина содержит основные понятия и уравнения аэрогазодинамики; основы механики разреженных и сплошных сред; расчет потенциальных течений; расчет вихревых течений; сопротивление тонких тел; влияние формы тела на волновое сопротивление; влияние вязкости потока и донного разрежения на сопротивление; определение коэффициентов нормальной силы, момента и центра давления; расчет распределения давления при несимметричном обтекании; интерференция между отдельными частями ЛА.

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: основные физические положения, законы аэрогазодинамики, основные свойства жидкости и газов, формульные зависимости определения аэродинамических характеристик, основные законы и уравнения гидрогазодинамики; иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями. Умеет: применять основные законы аэрогазодинамики при определении аэродинамических характеристик объектов ракетно-космической техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов аэродинамических и гидродинамических параметров ракет (в том числе с применением вычислительной техники), специальную литературу и другие информационные данные (в том числе на иностранных языках) для решения профессиональных задач; методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований для разработки новых летательных аппаратов Имеет практический опыт: Определения аэродинамических характеристики ракетно-космических аппаратов, проведения расчетов газодинамических процессов внешних и

	внутренних течений в ракетных системах; разработки схем, графиков, диаграмм и других профессионально-значимых изображений, работы с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками, составления программ компьютерных расчетов аэродинамических параметров ракет, применения вычислительной техники для решения специальных задач, выполнения инженерных расчетов по основным типам профессиональных задач
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

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

Нет

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
		5
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
Выполнение самостоятельной работы	39,5	39,5
Подготовка к экзамену	10	10
Изучение теоретического материала при подготовке к практическим занятиям.	20	20
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	Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории. Связь с ранее изучаемыми дисциплинами и важность для последующих дисциплин. Основные модели, свойства, методы.	8	4	4	0
2	Общие вопросы аэрогазодинамики (основные понятия и уравнения динамики жидкости и газа)	10	6	4	0
3	Потенциальные течения	4	4	0	0
4	Течения со сверхзвуковыми скоростями	10	4	6	0
5	Аэродинамика ЛА	18	6	12	0
6	Пограничный слой	2	2	0	0
7	Гидростатика и гидравлика	10	4	6	0
8	Перспективы развития разделов и методов решения задач	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1-2	1	Основные свойства жидкостей и газов: сплошности, вязкости, сжимаемости, диссоциации и ионизации. Свойство сплошности, свойство вязкости, свойство сжимаемости, свойство изменения теплоемкости, диссоциации и ионизации.	4
3-4	2	Силы в жидкостях и газах. Объемные и поверхностные силы в жидкости, аэродинамические силы, аэродинамические коэффициенты сил, действующих на поверхность S, системы координат, аэродинамические коэффициенты моментов ЛА, коэффициент центра давления, статическая устойчивость и коэффициенты, характеризующие ее запас, зависимость АДК от α , M, Re.	4
5	2	Основные уравнения гидродинамики. Методы изучения движения жидкости. Уравнение сплошности (неразрывности). Уравнение движения.	2
6-7	3	Уравнение энергии. Уравнение энергии вязкой, теплопроводной, излучающей жидкости. Энтропические течения. Анализ уравнения энергии для газа. Критические параметры. Связь параметров торможения с числом M движущегося газа. Связь критических параметров с параметрами торможения. Зависимость параметров газа, движущегося по соплу, от степени расширения сопла S/S^* . Влияние сжимаемости на давление торможения и коэффициент давления.	4
8-9	4	Скачки уплотнения. Прямые скачки. Диссоциирующий газ. Косой скачок уплотнения. Течения около тупого угла (Прандтля – Майера). Обтекание плоских тел. Обтекание пластины сверхзвуковым потоком (линейная теория). Аэродинамические коэффициенты профиля крыла. Индуктивное сопротивление крыльев (модель несжимаемой среды).	4
10	5	Обтекание тел вращения. Обтекание конуса сверхзвуковым потоком. Обтекание тел вращения с криволинейной образующей ($M > 1$). Аэродинамические коэффициенты для тел вращения.	2
11	5	Кинематика жидкости. Характеристики движения жидкости. Потенциальные течения.	2
12	5	Закон сохранения импульса.	2
13	6	Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Относительный покой.	2

		Силы давления жидкости на криволинейные поверхности.	
14-15	7	Критерии кинематического и силового подобия. Гидравлика. Течение вязкой жидкости по трубам. Уравнение Бернулли с учетом потерь давления на трение. Местные сопротивления. Истечение газов через отверстия и насадки. Нестационарные течения. Неустановившиеся течения жидкостей. Гидравлический удар в трубах.	4
16	8	Пограничный слой. Основные уравнения. Пограничный слой на пластине.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Цели и задачи курса. Основные модели, свойства, методы.	4
2	2	Общие вопросы аэрогазодинамики (основные понятия и уравнения динамики жидкости и газа).	4
3	4	Течения со сверхзвуковыми скоростями.	6
4-5	5	Аэродинамика ракет.	6
6-7	5	Аэродинамика ракет.	6
8	7	Гидростатика и гидравлика.	6

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
Выполнение самостоятельной работы	Шлихтинг. Г. Теория пограничного слоя. М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1974 г., 712 с. Петров К.П. Аэродинамика тел простейшей формы. М.: Физматлит, 1998 г., 428 с. Краснов Н.Ф. Прикладная аэродинамика. М.: Высшая школа, 1974 г., 727с. Кравец А. С. Характеристики авиационных профилей. М: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939 г., 329 с Аржаников Н.С. Аэродинамика летательных аппаратов. М.: Высшая школа, 1983 г., 485 с. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч. П. Методы аэродинамического расчета: Учебник для студентов втузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа 1980г., 416 с.	5	39,5
Подготовка к экзамену	Шлихтинг. Г. Теория пограничного слоя. М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1974 г., 712 с. Петров К.П. Аэродинамика тел	5	10

	простейшей формы. М.: Физматлит, 1998 г., 428 с. Краснов Н.Ф. Прикладная аэродинамика. М.: Высшая школа, 1974 г., 727с. Кравец А. С. Характеристики авиационных профилей. М: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939 г., 329 с Аржаников Н.С. Аэродинамика летательных аппаратов. М.: Высшая школа, 1983 г., 485 с. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч. П. Методы аэродинамического расчета: Учебник для студентов втузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа 1980г., 416 с.		
Изучение теоретического материала при подготовке к практическим занятиям.	Шлихтинг. Г. Теория пограничного слоя. М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1974 г., 712 с. Петров К.П. Аэродинамика тел простейшей формы. М.: Физматлит, 1998 г., 428 с. Краснов Н.Ф. Прикладная аэродинамика. М.: Высшая школа, 1974 г., 727с. Кравец А. С. Характеристики авиационных профилей. М: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939 г., 329 с Аржаников Н.С. Аэродинамика летательных аппаратов. М.: Высшая школа, 1983 г., 485 с. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч. П. Методы аэродинамического расчета: Учебник для студентов втузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа 1980г., 416 с.	5	20

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	5	Текущий контроль	Задание №1	1	100	Контрольная точка состоит из 1 задания. 100 баллов: выставляется за выполненное работу, которая полностью соответствует заданию, отчет имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует	экзамен

					данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы. 80 баллов: выставляется за выполненное работу, которая полностью соответствует заданию, отчет имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями. 60 баллов: выставляется за отчет по работу, которая не полностью соответствует заданию, отчет имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. 40 баллов: выставляется за работу по контрольной точке, которая не соответствует заданию, отчет не имеет анализа, не отвечает требованиям. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. менее 40 баллов: выставляется за работу по контрольной точке, которая не соответствует заданию, отчет не имеет анализа. В работе присутствуют грубые ошибки.	
2	5	Текущий контроль	Задание №2	1	100 Контрольная точка состоит из 1 задания. 100 баллов: выставляется за выполненное работу, которая полностью соответствует заданию, отчет имеет логичное, 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. 80 баллов: выставляется за выполненное работу, которая полностью соответствует заданию, отчет имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями. 60 баллов: выставляется за отчет по работу, которая не полностью соответствует	экзамен

						заданию, отчет имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. 40 баллов: выставляется за работу по контрольной точке, которая не соответствует заданию, отчет не имеет анализа, не отвечает требованиям. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. менее 40 баллов: выставляется за работу по контрольной точке, которая не соответствует заданию, отчет не имеет анализа. В работе присутствуют грубые ошибки.	
3	5	Текущий контроль	Задание №3	1	100	Контрольная точка состоит из 1 задания. 100 баллов: выставляется за выполненное работу, которая полностью соответствует заданию, отчет имеет логичное, 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. 80 баллов: выставляется за выполненное работу, которая полностью соответствует заданию, отчет имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями. 60 баллов: выставляется за отчет по работу, которая не полностью соответствует заданию, отчет имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. 40 баллов: выставляется за работу по контрольной точке, которая не соответствует заданию, отчет не имеет анализа, не отвечает требованиям. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. менее 40 баллов: выставляется за работу по контрольной точке, которая не соответствует заданию, отчет не имеет	экзамен

						анализа. В работе присутствуют грубые ошибки.	
4	5	Промежуточная аттестация	Устная защита знаний	-	100	Контрольная точка состоит из устного опроса (беседы). 100 баллов: выставляется за полностью отвеченный вопрос, логичное, 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. 80 баллов: выставляется если студент грамотно излагает теорию, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями. 60 баллов: выставляется за ответ, который не полностью соответствует вопросу, просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. 40 баллов: выставляется за ответ, который не соответствует вопросу, не имеет анализа, не отвечает требованиям. менее 40 баллов: выставляется за ответ, который не соответствует вопросу, в ответе присутствуют грубые ошибки.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	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 %.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-3	Знает: основные физические положения, законы аэрогидрогазодинамики,	++	++	++	++

	основные свойства жидкости и газов, формульные зависимости определения аэродинамических характеристик, основные законы и уравнения гидрогазоаэродинамики; иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогидрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями.				
ПК-3	Умеет: применять основные законы аэрогидрогазодинамики при определении аэродинамических характеристик объектов ракетно-космической техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов аэродинамических и гидродинамических параметров ракет (в том числе с применением вычислительной техники), специальную литературу и другие информационные данные (в том числе на иностранных языках) для решения профессиональных задач; методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований для разработки новых летательных аппаратов	+	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: Определения аэродинамических характеристик ракетно-космических аппаратов, проведения расчетов газодинамических процессов внешних и внутренних течений в ракетных системах; разработки схем, графиков, диаграмм и других профессионально-значимых изображений, работы с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками, составления программ компьютерных расчетов аэродинамических параметров ракет, применения вычислительной техники для решения специальных задач, выполнения инженерных расчетов по основным типам профессиональных задач	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Мхитарян, А. М. Аэродинамика Учебник для студ. авиац. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1976. - 448 с. ил.
2. Фабрикант, Н. Я. Аэродинамика Общ. курс. - М.: Наука, 1964. - 814 с.

б) дополнительная литература:

1. Аллен, Дж. Аэродинамика ракет Кн. 1 Введение в аэродинамику ракет В 2-х кн. Под ред. М. Хемша, Дж. Нилсена; Пер. с англ. М. Хонькина с предисл. Ю. А. Рыжова. - М.: Мир, 1989. - 425 с. ил.
2. Аржаников Н. С. Аэродинамика летательных аппаратов : Учеб. для авиац. спец. вузов. - М. : Высшая школа, 1983. - 359 с. : ил.
3. Аржаников, Н. С. Аэродинамика больших скоростей Учеб. для авиац. вузов и фак. - М.: Высшая школа, 1965. - 559 с. ил.
4. Петров, К. П. Аэродинамика тел простейших форм. - М.: Факториал, 1998. - 432 с. ил.
5. Аэродинамика ракет : Учеб. пособие для техн. вузов / Н. Ф. Краснов, В. Н. Кошевой, А. Н. Данилов, В. Ф. Захарченко; Под общ. ред. Н. Ф. Краснова. - М. : Высшая школа, 1968. - 772 с. : ил.

6. Основы прикладной аэрогазодинамики : Учеб. пособие для втузов: В 2-х кн. . Кн. 1 / Под ред. Н. Ф. Краснова. - М. : Высшая школа, 1990. - 336 с. : ил.

7. Прикладная аэродинамика : Учеб. пособие для втузов / Н. Ф. Краснов, В. Н. Кошевой, А. Н. Данилов и др.; Под общ. ред. Н. Ф. Краснова. - М. : Высшая школа, 1974. - 731 с.

8. Аллен Дж. Аэродинамика ракет : В 2-х кн. . Кн. 2 / Под ред. М. Хемша, Дж. Нилсена; Пер. с англ. М. Хонькина с предисл. Ю. А. Рыжова. - М. : Мир, 1989. - 510 с. : ил.

9. Альтшуль А. Д. Гидравлика и аэродинамика : Учеб. для вузов по спец."Теплогазоснабжение и вентиляция". - М. : Стройиздат, 1987. - 413 с. : ил.

10. Альтшуль А. Д. Гидравлика и аэродинамика : Для вузов по спец."Теплогазоснабжение и вентиляция": Основы механики жидкости. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Стройиздат, 1975. - 327 с. : ил.

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

1. Ракетная техника.
2. Вопросы ракетной техники.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Сидельников Р.В. Семестровые, курсовые и научно-исследовательские работы в курсе аэрогазодинамика: Учебное пособие. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2014. - 240 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Сидельников Р.В. Семестровые, курсовые и научно-исследовательские работы в курсе аэрогазодинамика: Учебное пособие. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2014. - 240 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. ТЕСИС-Flow Vision 3.0.8(бессрочно)
4. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
5. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
6. -Creo Academic(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

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	114-1 (2)	Компьютерная программа по расчету аэродинамических коэффициентов ЛА (материалы на электронных носителях в лаборатории компьютерных технологий аэрокосмического факультета).
Лабораторные занятия	104 (2)	Аэродинамические трубы, жидкостные микроманометры, модели исследований и другое оборудование для проведения лабораторных работ.