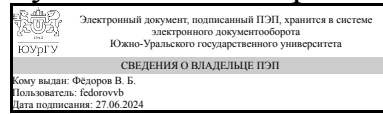


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



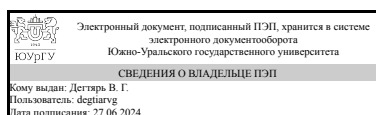
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.04 Аэрогидрогазодинамика
для направления 24.03.04 Авиастроение
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

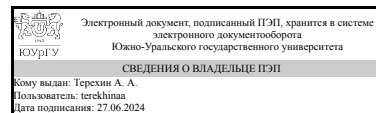
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.04 Авиастроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 81

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. А. Терехин

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по аэрогазодинамике летательных аппаратов. Предоставление обучающимся сведений, являющихся базовыми при расчетах и проектировании летательных аппаратов, 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-1 Способность выполнить техническое проектирование деталей и узлов, механизмов, подсистем летательных аппаратов с последующей разработкой рабочей конструкторской документации	<p>Знает: основные физические положения, законы аэрогазодинамики, основные свойства жидкости и газов, основные законы и уравнения гидрогазоаэродинамики для идеальной жидкости и газа и вязкой жидкости. иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями, о тенденциях создания принципиально новых форм летательных аппаратов</p> <p>Умеет: применять основные законы аэрогазодинамики при анализе процессов нагружения объектов авиационной техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов аэродинамических и гидродинамических параметров летательных аппаратов (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, а также методы обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов</p> <p>Имеет практический опыт: проведения расчетов</p>

	аэродинамических, газодинамических процессов внешних и внутренних течений в авиационных 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 летательных аппаратов, применения вычислительной техники для решения специальных задач, выполнения инженерных расчетов по основным типам профессиональных задач, разработки планов исследований, выполнения экспериментов.
--	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.26 Метрология, стандартизация и сертификация, 1.О.32 Устройство летательных аппаратов	1.О.21 Электрооборудование летательных аппаратов, 1.Ф.03 Компьютерный инженерный анализ конструкций авиационной и ракетной техники, 1.Ф.02 Системы управления летательными аппаратами, 1.Ф.01 Исполнительные устройства летательных аппаратов

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

Дисциплина	Требования
1.О.32 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
1.О.26 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
--	---

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. Изэнтропические 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. Силы давления жидкости на криволинейные поверхности.	2
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 аэрогазогидродинамики (основные понятия и уравнения динамики жидкости и газа).	4
3	4	Течения со сверхзвуковыми скоростями.	6
4-5	5	Аэродинамика летательных аппаратов	6
6-7	5	Аэродинамика летательных аппаратов (часть 2)	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 вузов. – 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 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	5	10

	школа, 1983 г., 485 с. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч. П. Методы аэродинамического расчета: Учебник для студентов вузов. – 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 вузов. – 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 выполненную 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 выполненную работу, которая полностью соответствует заданию, отчет имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической	экзамен

						<p>деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>менее 40 баллов: выставляется за работу по контрольной точке, которая не соответствует заданию, отчет не имеет анализа. В работе присутствуют грубые ошибки.</p>	
2	5	Текущий контроль	Задание №2	1	100	<p>Контрольная точка состоит из 1 задания.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>40 баллов: выставляется за работу по контрольной точке, которая не соответствует заданию, отчет не имеет</p>	экзамен

						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 выполненную 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 выполненную 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 работе, 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.	экзамен
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	экзамен

					<p>студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы.</p> <p>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.</p> <p>60 баллов: выставляется за ответ, который не полностью соответствует вопросу, просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения.</p> <p>40 баллов: выставляется за ответ, который не соответствует вопросу, не имеет анализа, не отвечает требованиям.</p> <p>менее 40 баллов: выставляется за ответ, который не соответствует вопросу, в ответе присутствуют грубые ошибки.</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>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-1	<p>Знает: основные физические положения, законы аэрогидрогазодинамики, основные свойства жидкости и газов, основные законы и уравнения гидрогазоаэродинамики для идеальной жидкости и газа и вязкой жидкости. иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогидрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями, о тенденциях создания принципиально новых форм летательных аппаратов</p>	+	+	+	+
ПК-1	<p>Умеет: применять основные законы аэрогидрогазодинамики при анализе процессов нагружения объектов авиационной техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики</p>	+	+	+	+

	инженерных расчетов аэродинамических и гидродинамических параметров летательных аппаратов (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, а также методы обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов				
ПК-1	Имеет практический опыт: проведения расчетов аэродинамических, газодинамических процессов внешних и внутренних течений в авиационных 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 летательных аппаратов, применения вычислительной техники для решения специальных задач, выполнения инженерных расчетов по основным типам профессиональных задач, разработки планов исследований, выполнения экспериментов.	+	+	+	+

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 больших скоростей Учеб. для авиац. вузов и фак. - М.: Высшая школа, 1965. - 559 с. ил.
3. Петров, К. П. Аэродинамика тел простейших форм. - М.: Факториал, 1998. - 432 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.