ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ГА

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 13DE759CC81E7DCE9F325D44F50492B6
Владелец: Бобушев Сергей Алексеевич
Действителен: с 11.12.2023 до 05.03.2025

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НиМР
_____И.А. Сизько
«26» мая 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.ОД.28 Аэродинамика**
(*шифр и название дисциплины*)

Направление подготовки	25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей		
Квалификация (степень)	Бакалавр		
Профиль подготовки	Поддержание летной годности		
Кафедра	Воздушных судов и авиационных двигателей		
Курс обучения	2		
Форма обучения	очная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	144 *часа*	4 *з.е.*	
Семестр	4		
Объём аудиторной нагрузки	64 *часа*		
Лекции	28 *часов*		
Практические занятия	16 *часов*		
Лабораторные работы	20 *часов*		
Курсовой проект			
Зачёт			
Дифференцированный зачёт			
Экзамен	4 *семестр*		
Объём самостоятельной работы студента	80 *часов*		

Ростов-на-Дону, 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель освоения дисциплины – получение студентами необходимых знаний об основных закономерностях движения газа (воздуха), механического и теплового взаимодействия между газом и движущимися в нем телами, представляемого в виде аэродинамических характеристик, а также практических навыков и умений в определении и анализе аэродинамических характеристик ЛА в условиях эксплуатации.

Задачи изучения дисциплины:

- знать, уметь и владеть методами определения аэродинамических характеристик летательных аппаратов;
- знать, уметь и владеть методами оценки влияния аэродинамических характеристик летательного аппарата на безопасность полета;
- знать, уметь и владеть методами оценки влияния аэродинамических характеристик на топливную эффективность летательных аппаратов.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, наименование индикатора достижения, результаты обучения:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

знать:

- метод системного анализа (УК-1.1.3);

уметь:

- применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1.2.3);

владеть:

- методикой системного подхода для решения поставленных задач (УК-1.3.2);

общепрофессиональные:

ОПК-1. Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов.

ИД-$1_{ОПК-1}$ применять основные законы, положения и методы высшей математики для формализации прикладных задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

знать:

- основные уравнения газовой динамики (ОПК-1.1.9);
- применять знание основных законов и закономерностей течения газов к решению практических задач (ОПК-1.2.6);
- методами газовой динамики для решения практических задач (ОПК-1.3.5).

ИД-$2_{ОПК-1}$ применять законы физики для оценки значений параметров физических систем;

знать:

- методы расчета аэродинамических характеристик воздушных судов (ОПК-

1.1.37);

уметь:

- проводить расчет аэродинамических характеристик воздушных судов (ОПК-1.2.26);

владеть:

- методами расчета аэродинамических характеристик воздушных судов (ОПК-1.3.20).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина *Аэродинамика* относится к учебным дисциплинам обязательной части учебного плана образовательной программы направления подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей**,** квалификация (степень) – бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам:

Б1.ОД.10 – Высшая математика;

Б1.ОД.12 – Физика;

Б1.ОД.20 – Теоретическая механика;

в частности:

знать:

- основные понятия, законы и методы высшей математики, их теоретические основания и практическое применение в профессиональной деятельности (ОПК-1.1.1);

- фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе (ОПК-1.1.22);

- принятые в естественных науках методы познания и эксперимента (ОПК-1.1.23);

- общие законы физики, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел (ОПК-1.1.27);

- основные понятия и инструменты теоретической механики (ОПК-1.1.28);

- основные алгоритмы исследования равновесия и движения механических систем (ОПК-1.1.29);

уметь:

- применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач (ОПК-1.2.1);

- применять физические законы для объяснения функционирования механизмов, явлений природы (ОПК-1.2.16);

владеть:

- методами разработки алгоритмов для решения прикладных и инженерных задач (ОПК-4.3.1);

- навыками применения физических законов для проведения оценок значений параметров физических систем (ОПК-1.3.12);

- навыками применения законов теоретической механики для анализа

процессов и явлений, решения практических задач (ОПК-1.3.14);

Данная дисциплина направлена на обеспечение следующих дисциплин:
Б.1.ВД.М.1.1 – Конструкция и прочность самолетов;
Б.1.ВД.М.2.1 – Конструкция и прочность вертолетов;
Б1.ОД.29 - Динамика полета;
Б1.ОД.30 – Гидравлика;
Б1.ОД.32 – Техническая диагностика авиационной техники;
Б2.ОП.П.2 - Производственная практика 2. Тренажерная подготовка.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет __*4*__ зачетные единицы, _*144*_ часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	**РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ**	**4**	**8**	**6**	**4**	**18**	
2	Тема 1.1. Основные свойства воздуха и законы сохранения		4	2	4	6	Защита отчета по ЛР №1 Защита отчета по ПЗ № 2
3	Тема 1.2. Течение газов с большими скоростями		2	2		6	
4	Тема 1.3. Основы теории пограничного слоя		2	2		6	Защита отчета по ПЗ № 3
5	**РАЗДЕЛ 2. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФИЛЯ И КРЫЛА КОНЕЧНОГО РАЗМАХА**	**4**	**6**	**2**	**12**	18	
6	Тема 2.1. Аэродинамические характеристики профиля		4		8	10	Защита отчета по ЛР №2 Защита отчета по ЛР №3
7	Тема 2.2. Аэродинамические характеристики крыла конечного размаха		2	2	4	8	Защита отчета по ЛР №4

1	2	3	4	5	6	7	8
8	**РАЗДЕЛ 3. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСТЕЙ ЛА**	**4**	**8**	**4**		22	
9	Тема 3.1. Аэродинамические характеристики оперения и подвижных частей самолета		4	2		8	
10	Тема 3.2. Аэродинамические характеристики тел вращения		2	2		8	
11	Тема 3.3. Аэродинамические характеристики воздушных винтов		2			6	
12	**РАЗДЕЛ 4. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛА**	**4**	**6**	**4**	**4**	**22**	
13	Тема 4.1. Расчет аэродинамических характеристик самолета		2	2	4	6	Защита отчета по ЛР №5
14	Тема 4.2. Аэродинамическое качество самолета и пути его повышения		2			8	
15	Тема 4.3. Влияние аэродинамических характеристик на безопасность и экономичность полета		2	2		8	
16	**Форма промежуточной аттестации – *экзамен***						
	ИТОГО:		**28**	**16**	**20**	**80**	

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций

Разделы дисциплины, темы (наименования)	*Количество часов*	*Компетенции (знания, умения, навыки)*										
		УК-1.1.3	УК-1.2.3	УК-1.3.2	ОПК-1.1.9	ОПК-1.2.6	ОПК-1.3.5	ОПК-1.1.37	ОПК-1.2.26	ОПК-1.3.20		*Σ общее количество компетенций*
РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ	**36**											
Тема 1.1. Основные свойства воздуха и законы сохранения	16				+	+	+					1
Тема 1.2. Течение газов с большими скоростями	10				+	+	+					1
Тема 1.3. Основы теории пограничного слоя	10				+	+	+					1
РАЗДЕЛ 2. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФИЛЯ И КРЫЛА КОНЕЧНОГО РАЗМАХА	**38**											
Тема 2.1. Аэродинамические характеристики профиля	22							+	+	+		1
Тема 2.2. Аэродинамические характеристики крыла конечного размаха	16							+	+	+		1
РАЗДЕЛ 3. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСТЕЙ ЛА	**34**											
Тема 3.1. Аэродинамические характеристики оперения и подвижных частей самолета	14							+	+	+		1
Тема 3.2. Аэродинамические характеристики тел вращения	12							+	+	+		1
Тема 3.3. Аэродинамические характеристики воздушных винтов	8							+	+	+		1
РАЗДЕЛ 4. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХА-	**36**											

РАКТЕРИСТИКИ ЛА												
Тема 4.1. Расчет аэродинамических характеристик ЛА	14	+	+	+								1
Тема 4.2. Аэродинамическое качество самолета и пути его повышения	10	+	+	+								1
Тема 4.3. Влияние аэродинамических характеристик на безопасность и экономичность полета	12	+	+	+								1
ИТОГО:	**144**											**2**

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ

Тема 1.1. Основные свойства воздуха и законы сохранения

Лекция 1. Кинематика сплошной среды (2 часа).

Введение. Предмет аэродинамики. Основные свойства воздуха. Вязкость. Сжимаемость. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение неразрывности. Безвихревое и вихревое движение.

Литература: [1, с. 8…22].

Лекция 2. Аэродинамические силы (2 часа).

Понятие силового взаимодействия. Массовые и поверхностные силы.

Уравнение Бернулли.

Аэродинамическое подобие и его составляющие. Критерии подобия.

Связанная и скоростная системы координат.

Аэродинамические силы и моменты. Аэродинамические коэффициенты. Коэффициент давления.

Литература: [1, с. 32…42, 47…66].

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 8…66].

Практическое занятие № 1. Основные уравнения аэродинамики (2 часа).

Литература: [3, с. 4…6].

Лабораторная работа № 1. Определение скорости воздушного потока в аэродинамической трубе (4 часа).

Литература: [2, с. 12…19].

Тема 1.2. Течение газов с большими скоростями

Лекция 3. Течение газов с большими скоростями (2 часа).

Изоэнтропические одномерные течения газов. Параметры торможения. Связь между площадью сечения струи и скоростью ее движения. Сопло Лаваля. Скачки уплотнения и ударные волны. Классификация скачков уплотнения. Изменение параметров газа при переходе через скачок. Коэффициент восстановления полного давления.

Литература: [1, с. 66…95].

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 66…95].

Практическое занятие № 2. Течение газов с большими скоростями (2 часа).

Литература: [3, с. 6].

Тема 1.3. Основы теории пограничного слоя

Лекция 3. Пограничный слой (2 часа).

Понятие о пограничном слое. Ламинарный и турбулентный пограничные слои. Характеристики пограничного слоя. Сопротивление трения плоской пластины. Отрыв пограничного слоя. Парадокс Даламбера-Эйлера.

Литература: [1, с. 95…120].

Самостоятельная работа студентов (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 95…120].

Практическое занятие № 3. Пограничный слой (2 часа).

Литература: [3, с. 7].

РАЗДЕЛ 2. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФИЛЯ И КРЫЛА КОНЕЧНОГО РАЗМАХА

Тема 2.1. Аэродинамические характеристики профиля

Лекция 4. Аэродинамические характеристики профиля. (2 часа).

Геометрические характеристики профиля. Распределение давления по профилю. Критическое число Маха. Волновое сопротивление. Волновой кризис. Понятие об аэродинамических характеристиках. Аэродинамические характеристики профиля. Аэродинамическое качество. Центр давления. Фокус профиля. Влияние формы и условий обтекания на аэродинамические характеристики профиля.

Литература: [1, с. 120…144].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 120…144].

Лабораторная работа № 2. Исследование распределения давления по поверхности профиля крыла (4 часа).

Литература: [3, с. 18…28].

Лабораторная работа № 3. Определение профильного сопротивления крыла методом импульсов (4 часа).

Литература: [3, с. 28…37].

Тема 2.2. Аэродинамические характеристики крыла конечного размаха

Лекция 5. Аэродинамические характеристики крыла конечного размаха (2 часа).

Геометрические характеристики крыла в плане. Обтекание крыла конечного размаха. Вихревая схема крыла. Индуктивное сопротивление. Метод

расчета индуктивного сопротивления. Способы уменьшения индуктивного сопротивления.

Литература: [1, с. 144…170].

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 144…170].

Практическое занятие № 4. Аэродинамические характеристики профиля и крыла конечного размаха (2 часа).

Литература: [4, с. 4…10].

Лабораторная работа № 4. Пересчет аэродинамических характеристик крыла с одного удлинения на другое (4 часа).

Литература: [3, с. 37…46].

РАЗДЕЛ 3. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСТЕЙ ЛА

Тема 3.1. Аэродинамические характеристики оперения и подвижных частей самолета.

Лекция 6. Аэродинамические характеристики оперения и рулей (2 часа).

Геометрические характеристики оперения и рулей. Аэродинамические характеристики оперения с отклоненным рулём. Шарнирный момент. Аэродинамическая компенсация.

Литература: [1, с. 170…181].

Практическое занятие № 5. Аэродинамические характеристики оперения и рулей (2 часа).

Литература: [4, с. 10…13].

Лекция 7. Аэродинамические характеристики механизации (2 часа).

Виды и геометрические характеристики механизации крыла. Аэродинамические характеристики крыла с отклоненной механизацией. Влияние близости земли на аэродинамические характеристики крыла.

Литература: [1, с. 182…191].

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 170…191].

Тема 3.2. Аэродинамические характеристики тел вращения

Лекция 8. Аэродинамические характеристики тел вращения (2 часа).

Геометрические характеристики фюзеляжа и мотогондол. Аэродинамические характеристики тел вращения. Донное сопротивление.

Литература: [1, с. 192…199].

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 192…199].

Практическое занятие № 6. Аэродинамические характеристики тел вращения (2 часа).

Литература: [4, с. 10…13].

Тема 3.3. Аэродинамические характеристики воздушных винтов

Лекция 9. Аэродинамические характеристики воздушных винтов. (2 часа).

Геометрические, кинематические и аэродинамические характеристики воздушных винтов. Режимы работы винта. Подбор винта к самолету.

Литература: [1, с. 199…211].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 199…211].

РАЗДЕЛ 4. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛА

Тема 4.1. Расчет аэродинамических характеристик ЛА

Лекция 10. Аэродинамические характеристики самолета (2 часа).

Аэродинамическая компоновка. Аэродинамическая интерференция. Виды интерференции. Влияние интерференции на подъемную силу и сопротивление самолета. Расчет аэродинамических характеристик самолета.

Литература: [1, с. 215…229].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 215…229].

Практическое занятие № 7. Аэродинамические характеристики самолета (2 часа).

Литература: [4, с. 13…15].

Лабораторная работа № 5. Определение аэродинамических характеристик весовым методом (4 часа).

Литература: [3, с. 46…54].

Тема 4.2. Аэродинамическое качество самолета

Лекция 11. Аэродинамическое качество самолета (2 часа).

Аэродинамическое качество самолета и пути его повышения. Максимальное аэродинамическое качество. Понятие балансировки. Влияние балансировки и упругих деформаций на аэродинамические характеристики.

Литература: [1, с. 229…243].

Самостоятельная работа студентов. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 229…243].

Тема 4.3. Влияние аэродинамических характеристик на безопасность и экономичность полета.

Лекция 12. Влияние аэродинамических характеристик на безопасность и экономичность полета (2 часа).

Сваливание самолета. Ограничения аэродинамических характеристик. Влияние обледенения и ливневых осадков на аэродинамические характеристики самолетов. Топливная эффективность полета. Влияние аэродинамического качества на топливную эффективность полета.

Литература: [1, с. 243…259].

Самостоятельная работа студентов. (2 часа).

Проработка лекционного материала.

Литература: [1, с. 243…259].

Практическое занятие № 8. Влияние аэродинамических характеристик на безопасность и экономичность полета (2 часа).

Литература: [4, с. 15…17].

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов по *дисциплине Аэродинамика (прикладная)* способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы по проблемам определения аэродинамических характеристик тел, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике и проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к защите отчетов по практическим занятиям;
- подготовка к защите отчетов по лабораторным работам;
- подготовка к экзамену.

Для самостоятельной работы студенту рекомендуется следующая литература:

1. Гарбузов В.М., Ермаков А.Л., Кубланов М.С., Ципенко В.Г. Аэромеханика. Учебник для вузов. М.: Транспорт, 2000.- 287 с.

2. Кубланов М.С. Гидрогазодинамика: пособие по изучение дисциплины и выполнению лабораторных работ. – М.: МГТУГА. 2013. – 23 с.

3. Гарбузов В.М., Ефимова М.Г. Практическая аэродинамика: пособие по выполнению практических занятий и лабораторных работ. – М.: МГТУГА, 2013. – 64 с.

4. Ефимова М.Г. Аэродинамика (прикладная): пособие по выполнению практических занятий. М.: МГТУГА, 2017. – 20 с.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Текущий контроль успеваемости

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Форма текущего контроля	Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
1	2	3
Защита ЛР № 1. Определение скорости воздушного потока в аэродинамической трубе.	1. Что называется аэродинамической трубой? 2. Объясните устройство и назначение элементов аэродинамической трубы. 3. В чем суть принципа обращаемости движения? 4. Вдоль какого объекта выполняется интеграл Бернулли? 5. Какие свойства газа лежат в основе применимости используемого в работе интеграла Бернулли? 6. Что такое полное давление? 7. Что такое статическое давление? 8. Что такое скоростной напор или динамическое давление?	Защита отчета по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано овладение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита ЛР № 2. Исследование распределения давления по поверхности профиля крыла	1. Что называется динамическим взаимодействием? 2. Чем вызываются нормальные напряжения на поверхности тела? 3. Чем вызываются касательные напряжения на поверхности тела?	

1	2	3
	4. Что называется коэффициентом давления? 5. Как запишется сила давления, действующая на элемент поверхности профиля крыла? 6. Как запишется нормальная сила действующая на элемент поверхности крыла? 7. Как связана нормальная сила профиля крыла с распределением давления? 8. Как связана продольная сила профиля крыла с распределением давления?	
Защита ЛР № 3 Определение профильного сопротивления крыла методом импульсов	1. Что называется динамическим взаимодействием при обтекании тел? 2. Какое свойство воздуха является причиной образования пограничного слоя? 3. Что называется пограничным слоем? 4. Какие силы обусловлены обратным влиянием пограничного слоя на обтекающий тело поток? 5. Что называется сопротивлением трения? 6. Что называется сопротивлением давления? 7. Что называется профильным сопротивлением? 8. Какова причина образования следа (спутного течения)?	
Защита ЛР № 4 Пересчет аэродинамических характеристик крыла с одного удлинения на другое	1. Что называется относительным удлинением крыла? 2. Что называется аэродинамическими характеристиками крыла? 3. Какова связь аэродинамических сил с коэффициентами аэродинамических сил? 4. Что называется углом скоса потока? Что называется индуктивной скоростью скоса потока? 5. Из каких составляющих складывается коэффициент лобового сопротивления крыла? 6. Приведите формулу для определения коэффициента индуктивного сопротивления крыла. 7. Как в эксперименте можно определить коэффициенты профильного и индуктивного сопротивления крыла?	

1	2	3
Защита ЛР № 5. Определение аэродинамических характеристик ЛА весовым методом	1. В чем состоит суть весовых испытаний? 2. Что называется динамическим взаимодействием в аэромеханике? 3. Что называется аэродинамическими силами и моментами? 4. Какие системы координат применяются в экспериментальной аэродинамике? 5. Что называется скоростной системой координат? 6. Что называется связанной системой координат? 7. Что называется углом атаки? 8. Что называется углом скольжения? 9. Что называется аэродинамическими силами?	
Защита ПЗ № 2 Течение газов с большими скоростями	1. Что такое изоэнтропические течения газов? 2. Что такое параметры торможения? 3. Что такое скачок уплотнения? 4. Что такое сопло Лаваля? 5. В чем принцип действия сопла Лаваля? 6. Как изменяются параметры потока при переходе через скачок уплотнения?	Защита отчета по практическому занятию принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению практических занятий; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано овладение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью
Защита ПЗ № 3 Пограничный слой	1. Что такое вязкость? 2. Что такое пограничный слой? 3. Какие вы знаете характеристики пограничного слоя? 4. Что такое толщина пограничного слоя? 5. Что такое толщина вытеснения? 6. Что такое толщина потери импульса? 7. Как рассчитывается сопротивление плоской пластины? 8. Что такое точка перехода? 9. Что такое ламинарный пограничный слой? 10. Что такое турбулентный пограничный слой?	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в форме защиты отчета по выполненной лабораторной работе или выполненному практическому занятию. Процедуры оценивания знаний, умений и навыков при текущем контроле успеваемости осуществляются последовательно по мере прохождения лекционного курса в соответствии с матрицей соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных компетенций.

Защита отчета по практическому занятию (лабораторной работе) осуществляется, как правило, в конце занятия. Преподаватель оценивает знания обучаемого по ответам на контрольные вопросы, умения и навыки оцениваются в ходе занятия. Если студент не отчитался на занятии, то защита отчета по практическому занятию (лабораторной работе) осуществляется (как и повторная сдача текущего контроля) в дни и часы СРС по согласованию с ведущим преподавателем. Результаты текущего контроля учитываются преподавателем в журнале учета занятий (или личном журнале преподавателя).

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач 1. Аэродинамическое качество самолета и пути его повышения. Максимальное аэродинамическое качество. 2. Влияние балансировки на аэродинамические характеристики самолета. 3. Аэродинамические компоновки ЛА. Аэродинамическая интерференция. Виды интерференции. 4. Влияние аэродинамических характеристик на безопасность полета. Сваливание самолета. 5. Аэродинамические пути повышения топливной эффективности самолета.	Сформированность знаний, умений и навыков обучающихся на экзамене определяется оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При выведении оценки необходимо руководствоваться следующим общими критериями. Оценка «отлично» выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности. Оценка «хорошо» выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на

	дополнительные вопросы; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «удовлетворительно» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы билета, но без должной глубины и обоснования; • не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы; • показаны недостаточные знания основной литературы; • ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно». При выставлении оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, а также аккуратность и логическая последовательность письменного изложения ответов на вопросы билета.
ОПК-1. Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов 1. Основные свойства воздуха. Сжимаемость. 2. Основные свойства воздуха. Вязкость. 3. Уравнение неразрывности. 4. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. 5. Пограничный слой. Характеристики пограничного слоя.	Сформированность знаний, умений и навыков обучающихся на экзамене определяется оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При выведении оценки необходимо руководствоваться следующим общими критериями. Оценка «отлично» выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности.

	Оценка «хорошо» выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы; • показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «удовлетворительно» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы билета, но без должной глубины и обоснования; • не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы; • показаны недостаточные знания основной литературы; • ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно». При выставлении оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, а также аккуратность и логическая последовательность письменного изложения ответов на вопросы билета.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций

На основании вопросов для подготовки к экзамену формируются билеты в количестве на 25-30% более списочного состава группы студентов.

Каждый билет включает в себя контрольные задания (вопросы), ответы на которые определяют в совокупности сформированность всех компетенций, формируемых данной дисциплиной. Дисциплина Аэродинамика формирует 2 компетенции, поэтому каждый билет включает в себя 2 вопроса, каждый из

которых определяет сформированность одной из компетенций или ее части. Получение неудовлетворительной оценки по одному из вопросов говорит о несформированности соответствующей компетенции, что является недопустимым, поэтому в данном случае общая оценка за промежуточную аттестацию будет «неудовлетворительно».

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине, содержащей перечень вопросов, выносимых на экзамен.

Экзамен для студентов проводится письменно. На подготовку к ответу обучаемому выделяется время до 60 минут.

Неявка студента без уважительной причины на экзамен в день его проведения по расписанию приравнивается к академической задолженности.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Гарбузов В.М., Ермаков А.Л., Кубланов М.С., Ципенко В.Г. Аэромеханика. Учебник для вузов. М.: Транспорт, 2000.- 287 с.

б) дополнительная литература:

2. Кубланов М.С. Гидрогазодинамика: пособие по изучение дисциплины и выполнению лабораторных работ. – М.: МГТУГА. 2013. – 23 с.

3. Гарбузов В.М., Ефимова М.Г. Практическая аэродинамика: пособие по выполнению практических занятий и лабораторных работ. – М.: МГТУГА, 2013. – 64 с.

4. Ефимова М.Г. Аэродинамика (прикладная): пособие по выполнению практических занятий. М.: МГТУГА, 2017. – 20 с.

5. Под ред. Коваленка В.В. Аэродинамика и динамика полета транспортных самолетов. – М.: Изд. ООО «АПР». 2012. – 520 с.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

– электронная библиотека «Авиа-Медиа» на сервере МГТУ ГА \\uni044. Серия эталон. Руководства по технической эксплуатации по типам ВС;

– http://www.mstuca.ru – электронные ресурсы Университета – электронные версии пособий, методических разработок по всем видам учебной работы;

– http://www.mintrans.ru – официальный сайт Минтранспорта РФ;

– http://akpla.ucoz.com – сайт кафедры АКПЛА.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе преподавания дисциплины Аэродинамика используются классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия, лабораторные работы).

Подготовка к лекциям

Лекции проводятся в соответствии с расписанием. Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)

Подготовку к каждому практическому занятию (лабораторной работе) студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучаемого на предметные и именные указатели.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме.

В результате изучения дисциплины Аэродинамика обучаемый должен приобрести элементарные навыки и умения, которые будут способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 25.03.01 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей. Кроме того, обучаемому крайне важно помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучаемого в учебном процессе.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При чтении лекций и на практических занятиях по всем темам дисциплины активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программных приложений Adobe Reader или Microsoft Power Point. При этом перечень информационных технологий включает:

– сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;

– обработка текстовой, графической и эмпирической информации;

– подготовка, конструирование и презентация итогов исследовательской и аналитической деятельности;

– самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;

– использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения лекций используется аудитория, оснащенная мультимедийной аппаратурой.

Для проведения лабораторных работ и практических занятий используется специализированная лаборатория Аэродинамики и динамики полета, оснащенная оборудованием для проведения практических занятий и лабораторных работ:

- Дозвуковая аэродинамическая труба замкнутого типа с открытой рабочей частью (с набором моделей и оборудования).

- Дозвуковая аэродинамическая труба незамкнутого типа.

- Дренированная модель крыла.

- Аэродинамические весы (механические, двухкомпонентные).

- Приёмник воздушного давления.

- Микроманометр.

- Батарейный манометр.

В процессе обучения используется библиотечный фонд, качественный и количественный состав которого соответствует нормативным требованиям и включает учебники, учебные и учебно-методические пособия, справочные издания, периодические издания в электронной и бумажной формах.