



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ
ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

УТВЕРЖДАЮ
Ректор  /Ю.Ю. Михальчевский/
« 30 »  2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аэродинамика и динамика полета

Специальность
**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация
воздушного движения**

Специализация
Организация лётной работы

Квалификация выпускника:
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2023

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является:

- формирование у студента необходимого комплекса качеств (объема знаний) в области аэродинамики и динамики полета воздушных судов (ВС), умения и навыков использования их положений и расчетных методов в практической деятельности, представлений о современных методах решения задач, об особенностях аэродинамики и динамики полета, перспективах развития гражданских ВС;
- формирование компетенций, необходимых в профессиональной деятельности специалистов, осуществляющих летную эксплуатацию отечественной и зарубежной техники в гражданской авиации.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных положений аэродинамики и динамики полета;
- изучение аэродинамических характеристик современных воздушных судов (ВС);
- изучение характеристик устойчивости и управляемости;
- изучение аэродинамических методов расчета этих характеристик и оценки влияния на них различных эксплуатационных факторов.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому виду профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полёта» представляет собой дисциплину, относящуюся к обязательная часть Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полёта» изучается в 4, 5-ом семестрах и базируется на курсах следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика».

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полёта» является обеспечивающей для дисциплин «Практическая аэродинамика», «Летно-технические характеристики воздушных судов», «Лётная эксплуатация», «Безопасность полётов».

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Аэродинамика и динамика полёта» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ПК-1	Способен осуществлять летную эксплуатацию воздушных судов в соответствии с эксплуатационной документацией воздушного судна соответствующего вида и типа.
ИД¹_{ПК1}	Соблюдает нормативные требования по подготовке летного экипажа воздушного судна к выполнению полетного задания.
ПК-2	Способен обеспечивать безопасное выполнение полетов на соответствующем виде и типе воздушного судна.
ИД³_{ПК2}	Применяет знания и умения, требуемые для обеспечения безопасного выполнения полетов на соответствующем виде и типе воздушных судов.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные уравнения аэродинамики;
- физическую природу образования аэродинамических сил и моментов;
- способы управления аэродинамическими силами и моментами;
- основы теории полёта;
- особенности устойчивости и управляемости воздушных судов на предельных (крайних) режимах полета, в особых условиях и особых случаях в полете;
- особенности полетов в особых условиях и особые случаи в полете;
- особенности устойчивости и управляемости воздушных судов на предельных (крайних) режимах полета, в особых условиях и особых случаях в полете.

Уметь:

- оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов.

Владеть:

- методикой расчета сил, действующих на воздушное судно на различных этапах полета.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины	252	144	108
Контактная работа, всего	155	42,3	56,5
лекции	76	48	28
практические занятия	74	36	38
семинары	-	-	-
лабораторные работы	-	-	-
курсовой проект (работа)	4	-	4
Самостоятельная работа студента	71	42	29
Промежуточная аттестация	27	18	9
контактная работа	1,0	0,5	0,5
Зачет, защита курсовой работы, дифференцированный зачет	26	17,5	8,5

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ	КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ	КОМПЕТЕНЦИИ		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2		
Тема 1. Основные понятия и уравнения движения жидкости и газа.	26	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей.	20	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 3. Аэродинамические характеристики современных ВС.	20	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, СЗ
Тема 4. Методы динамики полета при решении траекторных задач.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 5. Прямолинейный полет.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 6. Дальность и продолжительность полета.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 7. Криволинейный полет.	14	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО

ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ	КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ	КОМПЕТЕНЦИИ		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2		
Итого	135				
Промежуточная аттестация	9				ЗаО
Итого за семестр	144				
Тема 8. Взлет и посадка ВС.	21	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 9. Методы динамики полета в задачах устойчивости и управляемости ВС.	16	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 10. Продольная устойчивость ВС.	16	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 11. Боковая устойчивость ВС	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 12. Продольная управляемость ВС.	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 13. Боковая управляемость ВС.	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 14. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на характеристики устойчивости и управляемости ВС.	10	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО
Итого	90				
Промежуточная аттестация	18				ЗаО
Итого за семестр	108				
Итого за дисциплине	252				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, УЗ – учебное задание, За – зачет, ЗаО – зачет с оценкой.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СР	КР	Всего часов
4-ий семестр							
Тема 1. Основные понятия и	12	8			6		26

Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СР	КР	Всего часов
уравнения движения газа.							
Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей.	8	6			6		20
Тема 3. Аэродинамические характеристики ВС.	8	6			6		20
Тема 4. Методы динамики полета при решении траекторных задач.	4	4			6		14
Тема 5. Прямолинейный полет ВС.	4	4			6		14
Тема 6. Дальность и продолжительность полёта.	4	4			6		14
Тема 7. Криволинейный полет ВС.	4	4			6		14
Промежуточный контроль							18
Итого за 4-ый семестр	48	36			42		144
Вид промежуточного контроля	Дифференцированный зачёт						
5-ый семестр							
Тема 8. Взлет и посадка ВС.	6	8			5	2	21
Тема 9. Методы динамики полета в задачах устойчивости и управляемости ВС.	4	8			4		16
Тема 10. Продольная устойчивость ВС.	4	8			4		16
Тема 11. Боковая устойчивость ВС.	4	4			4		12
Тема 12. Продольная управляемость ВС.	4	4			4		12
Тема 13. Боковая управляемость ВС.	4	4			4		12
Тема 14. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на характеристики устойчивости и управляемости ВС.	2	2			4	2	10
Промежуточный контроль							9
Итого за 5-ый семестр	28	38			29	4	108
Итого по дисциплине	76	74			71	4	252
Вид итогового контроля	Дифференцированные зачёты						

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия и уравнения движения газа

Физико-механические свойства воздуха. Методы исследования движения жидкости. Уравнение неразрывности. Понятие о потенциальном течении. Плоскопараллельное течение жидкости. Вихревое течение жидкости. Циркуляция скорости. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли. Уравнения Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа. Параметры

торможения потока газа. Критическая и максимальная скорости воздушного потока. Особенности сверхзвукового течения газа. Косые скачки уплотнения. Сверхзвуковой воздухозаборник. Подобие потоков. Формулы экспериментальной аэродинамики. Аэродинамические трубы. Два режима течения вязкой жидкости. Понятие пограничного слоя. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Расчёт характеристик пограничного слоя на плоской пластине. Отрыв течения в пограничном слое.

Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей

Понятие об аэродинамических силах, моментах и их коэффициентах. Системы координат. Геометрические параметры профиля, крыла, фюзеляжа. Режимы обтекания тел потоком вязкого газа (жидкости). Профиль в потоке несжимаемого газа, основные аэродинамические характеристики профиля. Крыло конечного размаха в потоке несжимаемого газа. Особенности обтекания крыла конечного размаха. Аэродинамические характеристики крыла конечного размаха. Влияние основных геометрических параметров крыла на его аэродинамические характеристики при малых числах M . Особенности аэродинамики несущих поверхностей на больших числах M . Влияние сжимаемости воздуха на аэродинамические характеристики профиля и крыла. Явление волнового кризиса. Критическое число M . Структура потока около обтекаемого тела при наличии местных сверхзвуковых зон. Волновое сопротивление, подъемная сила и продольный момент при околозвуковых скоростях. Особенности аэродинамики воздушного винта.

Тема 3. Аэродинамические характеристики современных ВС

Аэродинамические характеристики современных гражданских ВС. Аэродинамические характеристики самолета. Понятие об аэродинамической интерференции частей и аэродинамической компоновке самолета. Влияние интерференции частей на подъемную силу, лобовое сопротивление самолета, положение центра давления и фокуса самолета. Подъемная сила, лобовое сопротивление самолета. Индуктивное сопротивление и поляра самолета. Аэродинамическое качество и пути его повышения. Продольный статический момент и фокус самолета. Боковая аэродинамическая сила и статические аэродинамические моменты самолета, их зависимость от углов атаки и скольжения и от аэродинамической компоновки. Влияние режима работы двигателя на аэродинамические характеристики самолета. Особенности аэродинамики самолета при движении вблизи земли. Влияние сжимаемости воздуха на аэродинамические характеристики самолета. Способы управления аэродинамикой ВС. Механизация крыла. Особенности аэродинамики перспективных ВС ГА.

Тема 4. Методы динамики полета при решении траекторных задач

Системы координат, используемые в динамике полета. Уравнения движения самолета в проекциях на оси координат. Уравнения движения в траекторных задачах динамики полета ВС. Силы, действующие на самолет в

полете. Роль и место «вычислительного» и летного эксперимента в исследовании летно-технических характеристик ВС.

Тема 5. Прямолинейный полет

Уравнения прямолинейного движения ВС. Неустановившееся и установившееся движение. Установившийся горизонтальный полёт. Индикаторная и приборная скорости полёта. Кривые потребных и располагаемых тяг установившегося горизонтального полёта. Кривые потребных и располагаемых мощностей горизонтального полёта. Установившийся полёт по наклонной траектории. Поляры скоростей набора высоты и снижения. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на характеристики прямолинейного полета ВС. Влияние конфигурации ВС, величины полетной массы, режима работы двигателей, высоты полета, температуры и давления наружного воздуха, турбулентности атмосферы на параметры полёта.

Тема 6. Дальность и продолжительность полета

Основные положения и определения. Дальность и продолжительность полета при наборе, снижении и в горизонтальном полете. Наивыгоднейшие режимы полета. Полет «по потолкам». Влияние скорости, высоты полета, полетной массы, отказов авиационной техники, температуры (давления) наружного воздуха, ветра на часовую и километровый расходы топлива, продолжительность и дальность полета ВС.

Тема 7. Криволинейный полет

Горизонтальный криволинейный маневр ВС. Виды маневра. Уравнения движения ВС при неустановившемся горизонтальном маневре без крена со скольжением и с креном без скольжения. Правильный вираж (разворот). Характеристики правильного виража: перегрузка, скорость, потребная тяга (мощность) при вираже, радиус и время виража (разворота). Предельные виражи. Вертикальный маневр самолета. Условия криволинейного движения самолета в вертикальной плоскости, время, высота и дистанция, потребные для маневра. Особенности вертикального маневра на больших и малых высотах. Обеспечение безопасности полета при вертикальном криволинейном маневре самолета.

Тема 8. Взлет и посадка ВС

Общая характеристика взлета. Схема взлета. Разбег. Уравнения движения ВС при разбеге. Методы расчета длины разбега. Воздушный участок взлета. Определение длины воздушного участка при взлете. Потребная длина взлетной дистанции. Требования к взлетным характеристикам ВС. Обеспечение безопасности при взлете.

Посадка ВС. Схема захода на посадку и посадки. Основные этапы посадки. Расчет воздушного участка посадочной дистанции. Потеря высоты при выводе ВС из режима предпосадочного снижения. Уход на второй круг.

Пробег. Расчет длины пробега. Определение длины посадочной дистанции.

Тема 9. Методы динамики полета в задачах устойчивости и управляемости ВС

Основные понятия и определения устойчивости и управляемости. Устойчивость и управляемость, как средство обеспечения полета по заданной программе. Роль характеристик устойчивости и управляемости в обеспечении безопасности полета ВС. Методы исследования устойчивости и управляемости ВС. Основные показатели устойчивости и управляемости ВС.

Тема 10. Продольная устойчивость ВС

Силы и моменты, действующие на воздушное судно в продольном движении. Продольный статический момент, его зависимость от центровки, аэродинамической компоновки и конфигурации ВС, от режима работы двигателей и скорости полета. Продольный демпфирующий момент и момент от запаздывания схода потока у горизонтального оперения. Продольное возмущенное движение самолета. Два типа продольного возмущенного движения: быстро развивающееся (короткопериодическое) и медленно развивающееся (длиннопериодическое) движение. Устойчивость по перегрузке и по скорости. Статическая устойчивость по перегрузке и по скорости. Требования НЛГС к характеристикам продольной устойчивости ВС ГА.

Тема 11. Боковая устойчивость ВС

Силы и моменты, действующие на воздушное судно в боковом движении. Боковые статические и динамические силы и моменты. Зависимость боковых сил и моментов от аэродинамической компоновки, конструктивных и эксплуатационных факторов. Математическое моделирование в задачах боковой устойчивости ВС. Боковое возмущенное движение. Два типа бокового возмущенного движения. Боковая устойчивость самолета как совместное проявление поперечной и путевой устойчивости. Условия боковой устойчивости самолета. Два типа боковой неустойчивости самолета. Границы боковой устойчивости. Пути улучшения характеристик боковой устойчивости ВС.

Тема 12. Продольная управляемость ВС

Характеристики продольной управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете. Балансировочные кривые. Усилия на штурвале управления рулем высоты (РВ). Зависимость усилий на штурвале от центровки продольной статической устойчивости самолета шарнирного момента РВ и скорости полета. Предельно передняя центровка ВС. Эксплуатационный диапазон центровок. Пути уменьшения усилий на штурвале. Математическое моделирование в задачах продольной управляемости ВС.

Динамические характеристики продольной управляемости. Методы исследования динамических: характеристик продольной управляемости. Требования НЛГС к характеристикам продольной управляемости самолетов ГА.

Тема 13. Боковая управляемость ВС

Характеристики боковой управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете. Путевая управляемость. Поперечная управляемость. Балансировочные кривые. Балансировка ВС при полете с несимметричной тягой. Математическое моделирование в задачах боковой управляемости ВС.

Динамические характеристики боковой управляемости ВС. Упрощенная методика исследования боковой управляемости. Показатели боковой управляемости. Взаимосвязь боковой устойчивости и управляемости ВС. Требования НЛГС к характеристикам боковой управляемости ВС ГА.

Тема 14. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на характеристики устойчивости и управляемости ВС

Влияние аэродинамической компоновки, конфигурации и центровки ВС, режимов полета и работы двигателей, высоты, скорости и числа M полета, жесткости элементов конструкции ВС на характеристики устойчивости и управляемости ВС. Предельно-передняя и предельно-задняя центровки ВС. Границы боковой устойчивости и управляемости ВС при движении по ВПП. Предельно-допустимые скорости бокового ветра при взлете и посадке. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС.

5.4 Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
1.	Практическое занятие №1. Уравнение неразрывности.	2
1.	Практическое занятие №2. Уравнение Бернулли.	2
1.	Практическое занятие №3. Параметры торможения газового потока.	2
1.	Практическое занятие №4. Ламинарное и турбулентное течение вязкого газа.	2
2.	Практическое занятие №5. Аэродинамические силы и моменты.	2
2.	Практическое занятие №6. Аэродинамические коэффициенты.	2
2.	Практическое занятие №7. Аэродинамические характеристики крыла .	2
3.	Практическое занятие №8. Геометрические и	2

	аэродинамические характеристики фюзеляжа .	
3.	Практическое занятие №9. Аэродинамические характеристики воздушных судов.	
3.	Практическое занятие №10. Аэродинамическая интерференция	2
4.	Практическое занятие №11. Системы координат, применяемые в динамике полёта.	2
4.	Практическое занятие №12. Уравнения движения в проекциях на оси траекторной системы координат.	2
5	Практическое занятие №13. Силы, действующие на самолёт в полёте.	2
5.	Практическое занятие №14. Установившийся горизонтальный полёт.	2
6.	Практическое занятие №15. Продолжительность полета.	2
6.	Практическое занятие №16. Техническая и практическая дальность полёта.	
7.	Практическое занятие №17. Правильный вираж.	2
7.	Практическое занятие №18. Особенности вертикального маневра на больших и малых высотах.	2
Итого за 4-ий семестр		36
8.	Практическое занятие №19. Взлёт самолёта.	4
8.	Практическое занятие №20. Посадка самолёта.	4
9.	Практическое занятие №21. Равновесие летательного аппарата.	4
9.	Практическое занятие №22. Динамическая устойчивость ВС.	4
10.	Практическое занятие №23. Продольная статическая устойчивость по углу атаки (перегрузке).	4
10.	Практическое занятие №24. Продольная статическая устойчивость по скорости.	4
11.	Практическое занятие №25. Путевая и поперечная устойчивость.	4
12.	Практическое занятие №26. Продольная управляемость.	4
13.	Практическое занятие №27. Путевая и поперечная управляемость.	4
14.	Практическое занятие №28. Предельно-передняя и предельно-задняя центровки ВС	2
Итого за 5-ый семестр		38
Всего по дисциплине		74

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6. Самостоятельная работа

№ раздела, темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1.	Изучение теоретического материала [1], гл.1-5, 7-9, 11, 12, [5,6]. Подготовка к устному опросу и решению расчетных задач.	6
2.	Изучение теоретического материала [1], гл. 13-21, [5,6]. Подготовка к устному опросу и решению расчетных задач.	6
3.	Изучение теоретического материала [1], гл. 22-24, [5,6]. Подготовка к устному опросу и решению ситуационных задач.	6
4.	Изучение теоретического материала [2], гл. 1-2. Подготовка к устному опросу.	6
5.	Изучение теоретического материала [2,3]. Подготовка к устному опросу и решению расчетных задач.	6
6.	Изучение теоретического материала [2,3]. Подготовка к устному опросу.	6
7.	Изучение теоретического материала [2,3]. Подготовка к устному опросу.	6
Семестр 4		
8.	Выполнение курсовой работы [4]. Изучение теоретического материала [2], гл. 9, 13-15. Подготовка к устному опросу, решению расчетных и ситуационных задач.	5
9.	Выполнение курсовой работы [4]. Изучение теоретического материала [2], гл. 9, 13-15. Подготовка к устному опросу.	4

10.	Выполнение курсовой работы [4]. Изучение теоретического материала [2], гл. 9. Подготовка к устному опросу.	4
11.	Выполнение курсовой работы [4]. Изучение теоретического материала [2], гл. 11. Подготовка к устному опросу.	4
12.	Выполнение курсовой работы [4]. Изучение теоретического материала [2], гл.10. Подготовка к устному опросу.	4
13.	Выполнение курсовой работы [4]. Изучение теоретического материала [2], гл.12. Подготовка к устному опросу.	4
14.	Выполнение курсовой работы [4]. Изучение теоретического материала [2]. Подготовка к устному опросу.	4
Семестр 5		29
Итого		71

5.7 Курсовые работы

Курсовая работа «Проверочный расчет статической устойчивости и управляемости самолета».

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу	2
Этап 2. Выполнение раздела «Расчет характеристик продольной устойчивости и управляемости и управляемости самолета»	СРС
Этап 3. Выполнение раздела «Балансировка самолета при отказе одного крайнего двигателя»	
Этап 4. Оформление курсовой работы	
Защита курсовой работы	2
Итого по курсовой работе:	4

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Мхитарян, А.М. **Аэродинамика**. Учебник для вузов. [Текст] – М., Машиностроение, 1976. 446 с. Количество экземпляров – 72.
2. **Динамика полёта**: Учеб. для вузов [Текст]/Мхитарян А.М., ред. – М.: Машиностроение, 1978. 424 с. Количество экземпляров – 176.
3. Матвеев Ю.И. **Траекторные задачи динамики полета гражданских воздушных судов**. [Текст] - Л.: ОЛАГА, 1981, 110 с. Количество экземпляров – 214.
4. **Аэродинамика и динамика полёта**: Методические указания по изучению раздела «Лётно-технические характеристики ВС» и выполнению курсового проекта «Лётно-технические характеристики гражданских воздушных судов» [Текст]/Университет ГА. С.-Петербург, 2012. Количество экземпляров – 200.
5. **Основы аэродинамики и динамики полёта** [Текст]. Часть 1. – Рига: Ин-т транспорта и связи, 2010. – 105 с. Количество экземпляров – 140.
6. Матвеев Ю.И. **Аэродинамика и динамика полета. Ч. 1. Аэродинамика гражданских воздушных судов**. Учебное пособие. [Текст]/ – СПб, Академия ГА, 2001, 120 с. Количество экземпляров – 468.

б) дополнительная литература:

7. Краснов Н.Ф. **Аэродинамика, часть 1. Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла**. Учебник для вузов [Текст]. М.: Либроком, 2012. 496 с. . ISBN: 978-5-397-05723-3. Количество экземпляров – 2.
8. Краснов Н.Ф. **Аэродинамика, часть 2. Методы аэродинамического расчёта**. Учебник для вузов [Текст]. М.: Либроком, 2012. 416 с. ISBN: 978-5-397-04716-6. Количество экземпляров – 1.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

9. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный.
10. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный.

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Microsoft Windows XP, Microsoft Office 2007.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс кафедры. Ауд.254.

2. Средства для компьютерной презентации учебных материалов в аудиториях кафедры.

8 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Аэродинамика и динамика полёта» используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Входной контроль проводится преподавателем с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется в форме устного опроса по вопросам следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика».

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для раскрытия текущего состояния и описания перспектив развития знаний в области изучаемой дисциплины. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести начальные практические навыки. Рассматриваемые в рамках практического занятия задачи, ситуации, примеры и проблемы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся. Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Практические предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков в ходе решения расчетных и ситуационных задач профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со

справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой. Самостоятельная работа включает выполнение учебных заданий, в том числе и индивидуальных. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения, закрепления и углубления полученных знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэродинамика и динамика полёта» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета с оценкой в 4 и 5 семестрах.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные задачи, задания для решения на практических занятиях, ситуационные задачи.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает: устные опросы, расчетные/логические задачи, ситуационные задачи. Для обеспечения более глубокого освоения дисциплины фонд оценочных средств по семестрам строится по принципу нарастающего итога, интегрируя темы текущего семестра с ранее освоенным материалом.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Также устный опрос проводится в ходе входного контроля.

Расчетные задачи, задания и ситуационные задачи носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Письменная аудиторная работа выполняется обучающимися на практических занятиях по индивидуальным вариантам на основании задания, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку практического применения полученных теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Аэродинамика и динамика полета» проводится в четвертом и пятом семестрах

в форме зачета с оценкой. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. К моменту сдачи зачета с оценкой должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет с оценкой предполагает устный ответ на 1 теоретический вопрос, а также решение расчетной и ситуационной задачи п.9.6.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на лекциях и практических занятиях, участие студентов в конференциях и подготовку ими публикаций. Описание шкалы оценивания, используемой для проведения промежуточных аттестаций, приведено в п. 9.5.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение расчетных и ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Письменная аудиторная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Поверочный расчет статической устойчивости и управляемости самолета .

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Обеспечивающие дисциплины: «Высшая математика», «Физика».

Примерный перечень вопросов для входного контроля:

1. Прямоугольная система координат.
2. Тригонометрические функции.
3. Определение производной функции.
4. Производные простейших функций.
5. Частная производная.
6. Полный дифференциал функции.
7. Дифференциалы простейших функций.
8. Максимум и минимум функции.
9. Неопределенный интеграл.
10. Определенный интеграл.
11. Таблица простейших интегралов.
12. Газодинамические параметры.
13. Скорость звука.
14. Сила, работа, мощность.
15. Импульс, энергия.
16. Законы Ньютона.
17. Законы сохранения массы, импульса, энергии.
18. Центр масс.
19. Сила тяжести.
20. Масса и вес твердого тела.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		

ПК-1, ПК-2	ИД ¹ _{ПК1} ИД ³ _{ПК2}	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения аэродинамики; - физическую природу образования аэродинамических сил и моментов; - способы управления аэродинамическими силами и моментами; - основы теории полёта; - особенности устойчивости и управляемости воздушных судов на предельных (крайних) режимах полета, в особых условиях и особых случаях в полете; - особенности полетов в особых условиях и особые случаи в полете; - особенности устойчивости и управляемости воздушных судов на предельных (крайних) режимах полета, в особых условиях и особых случаях в полете. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов.
II этап		
ПК-1, ПК-2	ИД ¹ _{ПК1} ИД ³ _{ПК2}	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой расчета сил, действующих на воздушное судно на различных этапах полета.

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении расчетной/логической задачи обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении ситуационной задачи обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, использует методы имитационного и численного моделирования, дает обоснованную оценку итогам решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

При решении расчетной/логической задачи обучающийся при незначительной помощи преподавателя правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

При решении ситуационной задачи обучающийся при незначительной помощи преподавателя правильно решает задачу, использует методы имитационного и численного моделирования, дает достаточно полную оценку итогам решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

При решении расчетной/логической задачи обучающемуся требуется неоднократная помощь преподавателя при этом задача решается не полностью.

При решении ситуационной задачи обучающемуся требуется неоднократная помощь преподавателя, методы имитационного и численного моделирования используются неуверенно и только после подсказок преподавателя, оценка итогов решения и их связи с соответствующим теоретическим материалом является неполной.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении

типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

Расчетная/логическая задача не решена даже при помощи преподавателя.

Ситуационная задача не решена даже при помощи преподавателя.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

Примерные вопросы для проведения устного опроса

1. Что такое вязкость воздуха? Как она зависит от температуры?
2. Что такое сжимаемость воздуха? Как зависит скорость звука от температуры?
3. Что такое число Маха? При каких числах M сжимаемость воздуха можно не учитывать?
4. Как зависит скорость течения от площади поперечного сечения трубки тока для несжимаемой жидкости?
5. Как зависит давление от скорости течения жидкости?
6. Как зависит температура газа от его скорости течения?
7. Что такое параметры торможения газа?
8. Что называется пограничным слоем? Что способствует его отрыву?
9. Как расположены оси скоростной и связанной систем координат?
10. Что такое сила лобового сопротивления?
11. Что такое подъемная сила сопротивления?
12. Что такое боковая сила?
13. Что такое момент крена?
14. Что такое момент рысканья?
15. Что такое момент тангажа?
16. Угол атаки, угол скольжения, угол крена, угол тангажа, угол наклона траектории.
17. Дайте определение понятию «аэродинамические характеристики».
22. Чем отличаются аэродинамические характеристики профиля, крыла, самолёта?
23. Что такое волновой кризис?
24. Перечислите основные виды механизации задней кромки крыла.
25. Перечислите основные виды механизации передней кромки крыла. Как она влияет на аэродинамические характеристики крыла.
26. Как влияет на аэродинамические характеристики самолёта близость земной поверхности?
27. Установившийся горизонтальный полёт. Условия его выполнения.
28. Что такое кривые Жуковского?
30. Чему равна скорость, необходимая для выполнения установившегося горизонтального полёта. Какая скорость называется индикаторной?

31. Что такое первые и вторые режимы горизонтального полёта. Почему запрещён полёт на вторых режимах?
32. Установившийся набор высоты. Условия его выполнения.
33. Чему равны угол наклона траектории и вертикальная скорость набора высоты?
34. Что такое теоретический и практический потолок самолёта?
36. Установившееся снижение. Изобразите схему сил и запишите уравнения движения самолёта.
37. Что такое планирование самолёта? Чему равна дальность планирования?
39. Какой вираж называется правильным? Чему равны перегрузка, скорость, тяга, мощность, потребные для выполнения правильного виража? Радиус и время выполнения виража.
40. Взлёт самолёта. Что называется взлётной дистанцией?
41. Посадка самолёта. Что называется посадочной дистанцией?
42. Что называется равновесием летательного аппарата? Устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесие.
43. Что такое динамическая и статическая устойчивость?
44. Что такое статическая устойчивость самолёта по углу атаки (перегрузке)? Условие такой устойчивости.
45. Диапазон центровок самолёта. Чем обусловлены предельно передняя и предельно задняя центровки?
46. Что такое устойчивость самолёта по скорости? Чем она достигается?
47. Что такое путевая (флюгерная) устойчивость самолёта? Чем она достигается?
48. Что такое поперечная устойчивость самолёта? Какие схемы самолёта обладают более высокой поперечной устойчивостью?
49. При каких условиях возникает колебательная и спиральная неустойчивость самолёта?
50. Что понимается под сваливанием самолёта? На каком угле происходит сваливание?
51. Виды обледенения кромки крыла. Как влияет обледенение крыла на аэродинамические характеристики самолёта?
52. Каково влияние ливневых осадков на полёт самолёта?
53. Что такое штопор самолёта? Каковы причины авторотации крыла?

**Примерные вопросы для промежуточной аттестации
(зачет с оценкой 4-ий семестр)**

1. Основные физические свойства воздуха.
2. Сжимаемость газов. Скорость звука.
3. Стандартная атмосфера.
4. Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения сплошной среды.
5. Линия тока, трубка тока, струйка.
6. Вихревое течение жидкости.
7. Напряжение вихревого жгута.

8. Теорема Гельмгольца.
9. Циркуляция скорости.
10. Понятие о потенциальном течении.
11. Функция тока.
12. Плоские потенциальные течения.
13. Уравнение неразрывности.
14. Уравнения движения, как математическая форма записи основных законов сохранения применительно к потоку жидкости или газа.
15. Уравнения Эйлера.
16. Интеграл Бернулли.
17. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа.
18. Уравнение энергии.
19. Подобие физических процессов.
20. Теоремы теории подобия.
21. Критерии гидродинамического подобия.
22. Критерии теплового подобия.
23. Теория размерностей.
24. Параметры торможения газового потока.
25. Характерные скорости газового потока.
26. Уравнение Гюгонио. Сопло Лавалья.
27. Распространение слабых возмущений в сверхзвуковом потоке. Конус Маха.
28. Обтекание углов плоскопараллельным сверхзвуковым потоком.
29. Основные соотношения для прямого скачка уплотнения.
30. Давление в критической точке за прямым скачком.
31. Косые скачки уплотнения.
32. Обтекание сверхзвуковым потоком клина и конуса. Сверхзвуковые воздухозаборники авиационных газотурбинных двигателей.
33. Общие сведения о течении вязкой жидкости.
34. Ламинарный и турбулентный режимы течения.
35. Понятие пограничного слоя.
36. Смешанный пограничный слой на плоской пластине.
37. Сопротивление трения.
38. Отрыв пограничного слоя.
39. Управление пограничным слоем.
40. Геометрические параметры крыла.
41. Аэродинамические силы и моменты.
42. Аэродинамические коэффициенты.
43. Углы атаки, скольжения, крена.
44. Аэродинамические характеристики крыла.
45. Аэродинамические характеристики самолёта.
46. Силы, действующие на самолет в полете.
47. Перегрузка.
48. Установившийся горизонтальный полет. Скорость, потребная для выполнения установившегося горизонтального полета.

49. Тяга и мощность, требуемые для выполнения установленного горизонтального полета.
50. Индикаторная скорость.
51. Кривые требуемых и располагаемых тяг установленного горизонтального полета.
52. Кривые требуемых и располагаемых мощностей установленного горизонтального полета.
53. Изменение характерных скоростей горизонтального полета (теоретически минимальной, экономической, наиболее выгодной и максимальной) с высотой.
54. Эксплуатационные ограничения минимальной и максимальной скоростей полета.
55. Установившийся набор высоты. Схема сил и уравнения движения.
56. Скорость, требуемая для установленного набора высоты.
57. Тяга и мощность, требуемые для установленного набора высоты.
58. Угол наклона траектории и вертикальная скорость набора высоты
59. Теоретический и практический потолок самолета.
60. Установившееся снижение самолета.
61. Планирование (установившееся снижение с неработающими двигателями) самолета.
62. Дальность планирования.
63. Дальность и продолжительность полета. Основные понятия и определения.
64. Влияние конструктивных особенностей и эксплуатационных факторов на дальность и продолжительность полета.
65. Правильный вираж. Радиус виража.
66. Перегрузка, скорость, тяга и мощность на правильном вираже.

Примерные вопросы для промежуточной аттестации (зачет с оценкой 5-ый семестр)

1. Взлет самолета. Этапы взлета.
1. Расчет взлетной дистанции.
2. Посадка самолета. Схема полной посадочной дистанции.
3. Расчет посадочной дистанции.
4. Способы улучшения взлетно-посадочных характеристик самолетов
5. Равновесие самолета.
6. Основные понятия устойчивости и управляемости самолета.
7. Характеристики динамической устойчивости самолета.
8. Продольная статическая устойчивость по углу атаки (перегрузке).
9. Центровка самолета. Эксплуатационный диапазон центровок
10. Продольная статическая устойчивость по скорости.
11. Путевая (флюгерная) устойчивость.
12. Поперечная устойчивость.
13. Характеристики продольной управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете.

14. Балансировочные кривые.
15. Усилия на штурвале управления рулем высоты (РВ). Зависимость усилий на штурвале от центровки, продольной статической устойчивости самолета, шарнирного момента РВ и скорости полета.
16. Характеристики боковой управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете.
17. Путевая управляемость.
18. Поперечная управляемость.
19. Балансировка ВС при полете с несимметричной тягой.
20. Взаимосвязь боковой устойчивости и управляемости ВС. Требования НЛГС к характеристикам боковой управляемости ВС ГА.
21. Влияние аэродинамической компоновки, конфигурации и центровки ВС, режимов полета и работы двигателей, высоты, скорости и числа M полета, жесткости элементов конструкции ВС на характеристики устойчивости и управляемости ВС.
22. Границы боковой устойчивости и управляемости ВС при движении по ВПП.
23. Предельно-допустимые скорости бокового ветра при взлете и посадке.
24. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС.

Типовые расчетные задачи для решения на практических занятиях

1. Определить скорость несжимаемого воздушного потока, если давление торможения равно 99500 Па, а статическое давление равно 97000 Па при температуре воздуха 12 °С.
2. Найти аэродинамические коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы, если коэффициент полной аэродинамической силы равен 0,5, аэродинамическое качество профиля 25.
3. Какое различие будет в максимальных скоростях полета самолета в зимний период при температуре -35 0С и летом при температуре + 35 0С, если максимальное допустимое число Маха для данного самолета равно 0,75?
4. При каких числах Маха будет совершаться полет самолета со скоростью 1050 км/ч на высотах 5 и 9 км?
5. При выполнении полета самолета на высоте 3 км измеренные величины давления и температуры за бортом составили: $P = 500$ мм.рт.ст. и $t = 0$ 0С. Определите эквивалентную высоту полета.
6. Самолет летит на высоте 5 км. Измерение полного давления с помощью насадки Пито дает величину давления 91192 Па (давление заторможенного потока). С какой скоростью выполняется полет и насколько ее надо увеличить, чтобы лететь со скоростью звука на данной высоте?

7. Самолет летит на высоте 8 км. Показания насадка полного давления $P_{нас}=47,34$ кПа. Внешние условия стандартные. Определить скорость V и число Маха полета.

Типовые ситуационные задачи для решения на практических занятиях

Задача 1.

1. По исходным данным таблицы 1 рассчитайте аэродинамическое качество заданного профиля и постройте графики $C_x = f(\alpha)$, $C_y = f(\alpha)$, $C_y = f(C_x)$, $K = f(\alpha)$.

2. По графикам определите следующие значения: $C_{y_{max}}$, $C_{x_{min}}$, K_{max} , α_0 , $\alpha_{кр}$, $\alpha_{нв}$, свой ответ обоснуйте. Отметьте все возможные точки на графике полярны, сделав для этого необходимые построения.

3. Сделайте вывод о симметричности заданного профиля.

Таблица 1.

Профиль НАСА 2213			Профиль НАСА 2315		
Угол атаки α	C_y	C_x	Угол атаки α	C_y	C_x
-4	-0,181	0,0120	-4	-0,19	0,013
-2	-0,012	0,0090	-2	-0,01	0,010
0	0,136	0,0091	0	0,13	0,011
2	0,298	0,0142	2	0,30	0,014
4	0,44	0,0204	4	0,42	0,020
6	0,597	0,0300	6	0,58	0,030
8	0,740	0,0420	8	0,72	0,040
10	0,890	0,0560	10	0,86	0,054
12	1,030	0,0731	12	1,15	0,090
16	1,313	0,1145	16	1,44	0,134
18	1,460	0,1410	18	1,53	0,162
20	1,554	0,1710	20	1,54	0,177
22	1,410	0,2460	22	1,44	0,230
Профиль НАСА 0009			Профиль НАСА 2315		
Угол атаки α	C_y	C_x	Угол атаки α	C_y	C_x
-6	-0,45	0,020	-12	-0,572	0,0948
-4	-0,30	0,014	-8	-0,388	0,0254
-2	-0,16	0,0085	-2	0,000	0,0116
0	0,00	0,0064	0	0,130	0,0126
2	0,16	0,0085	2	0,266	0,0162
4	0,30	0,014	4	0,400	0,0226
6	0,45	0,020	8	0,656	0,0428
8	0,60	0,032	10	0,792	0,0592

10	0,74	0,042	12	0,924	0,0768
12	1,05	0,077	16	1,166	0,1176
16	1,09	0,098	18	1,258	0,1462
18	1,030	0,140	20	1,280	0,1800
20	1,17	0,162	22	1,240	0,2386

Задача 2.

1. Ознакомьтесь с чертежом крыла (рис. 1), выполненном в масштабе 1:400 к крылу реального ЛА.

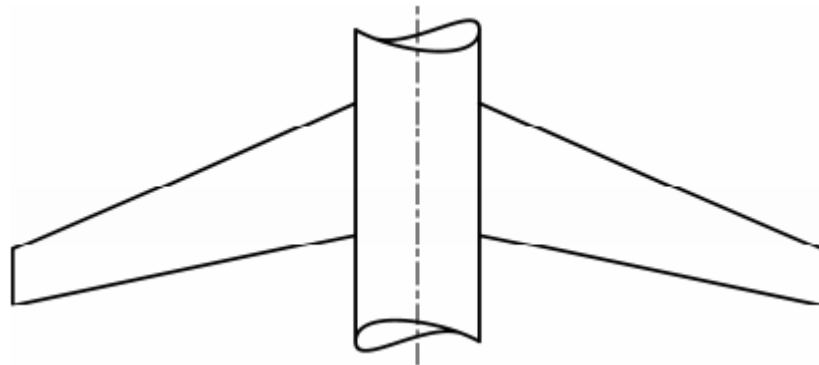


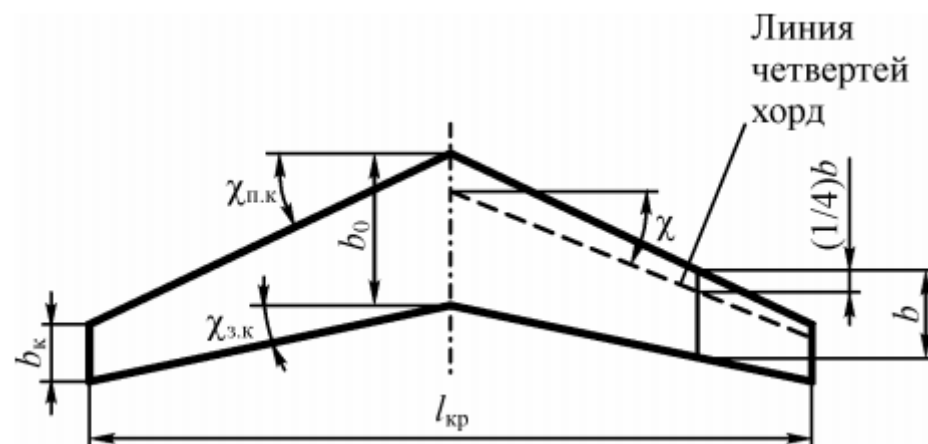
Рис. 1. Крыло самолета

2. Перечертите заданное крыло в тетрадь в масштабе 1:1.

3. Поставьте размерные линии для следующих геометрических характеристик: размах крыла, корневая хорда, концевая хорда, средняя геометрическая хорда, углы стреловидности по передней и задней кромкам и по линии четвертей хорд.

4. Пользуясь масштабом, определите геометрические характеристики реального крыла и поставьте размеры на чертеже.

5. Определите площадь, удлинение и сужение крыла.



Типовые задачи для проведения промежуточной аттестации

1. Определить потребную скорость горизонтального полета самолета при стандартных условиях у земли, если полетная масса самолета 5250 кг, площадь крыла $71,5 \text{ м}^2$, коэффициент подъемной силы 0,7.
2. Определить потребную тягу горизонтального полета самолета при некотором угле атаки, если полетная масса самолета 5250 кг, а аэродинамическое качество $K=10$.
3. С какой воздушной скоростью самолет может лететь на теоретическом потолке 5000 м, если его экономическая скорость у земли составляет 33,34 м/с?
4. Определить, во сколько раз изменяется потребная скорость и потребная мощность горизонтального полета одного и того же самолета, если при одинаковых условиях полета увеличить массу самолета с $m_1=5250 \text{ кг}$ до $m_2=5500 \text{ кг}$.
5. Определить тягу, необходимую для набора высоты самолета с углом наклона траектории $\theta=4^\circ$, если при равных условиях в ГП потребная тяга составляет 5240 Н, полетная масса 5250 кг.
6. Определить угол набора высоты самолета с полетной массой 5250 кг, если при равных условиях в ГП избыток тяги составляет 3690 Н.
7. Определить вертикальную скорость набора высоты самолета с полетной массой 5250 кг, если при равных условиях в ГП избыток мощности составляет 154560 Вт.
8. При некотором угле атаки потребная скорость ГП составляет 38,39 м/с. Определить потребную скорость планирования с тем же углом атаки, если угол наклона траектории при планировании $\theta=8^\circ$.
9. Определить угол планирования самолета, если при планировании на некотором угле атаки аэродинамические коэффициенты составляют $C_{ya}=0,58$; $C_{xa}=0,058$.
10. Определить аэродинамическое качество самолета на некотором угле атаки, если самолет планирует на скорости 140 км/ч с тягой $P = 0$ и вертикальной скоростью $V_y = 4 \text{ м/с}$.

Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации

1. Самолет совершает установившийся горизонтальный полет на высоте H со скоростью V . Каким образом изменятся летно-технические характеристики самолета при изменении следующих параметров:
 - массы самолета;
 - метеорологической обстановки;
 - высоты полета.

Свой ответ обоснуйте.

2. Каким образом изменятся основные взлетные характеристики самолета при изменении следующих параметров:

- массы самолета;
- метеорологической обстановки;
- качества ВПП;
- тяги силовой установки;
- конфигурации самолета.

Свой ответ обоснуйте.

3. Каким образом изменятся основные посадочные характеристики самолета при изменении следующих параметров:

- массы самолета;
- метеорологической обстановки;
- качества ВПП;
- тяги силовой установки;
- конфигурации самолета.

Свой ответ обоснуйте.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Аэродинамика и динамика полёта» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и

предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить обучающихся с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении управленческих задач. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета в третьем семестре и в виде зачета с оценкой в четвертом семестре. К моменту сдачи зачета с оценкой должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет с оценкой позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения», специализация «Организация летной работы».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 14 «Аэродинамики и динамики полета».

«10» мая 2023 года, протокол № 9

Разработчики:

к.т.н. Степанов В.С. Юсупов
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 14 «Аэродинамики и динамики полета»

К.Т.Н. Якушев К.Е. Барсук
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Ст 17Р-16 ДОНЕЦ ЕН
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «29» 05 2023 года, протокол № 8.