



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Ю.Ю. Михальчевский

« 06 » 2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аэродинамика и динамика полета

Специальность

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

Специализация

**Организация аэронавигационного обеспечения полетов
воздушных судов**

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2021

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- формирование у студента необходимого комплекса качеств (объема знаний) в области аэродинамики и динамики полета воздушных судов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных законов и положений аэродинамики и динамики полета;
- понимание физической сущности сложных аэродинамических процессов, происходящих в полете;
- знание характеристик устойчивости и управляемости воздушных судов, их зависимости от различных конструктивных и эксплуатационных факторов.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологической деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полета» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полета» базируется на курсах следующих дисциплин «Теоретическая механика», «Высшая математика», «Физика».

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полета» является обеспечивающей для дисциплин «Безопасность полетов», «Обслуживание воздушного движения».

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полета» изучается в 6 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ПК-7	Способен проводить анализ взлетно-посадочных характеристик воздушных судов.

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ИД _{ПК7} ¹	Рассчитывает и анализирует взлетно-посадочные характеристики воздушных судов
ИД _{ПК7} ²	Оценивает безопасность взлета и посадки в конкретных условиях
ПК-8	Способен и готов составлять навигационный план полета
ИД _{ПК8} ¹	Выбирает оптимальный маршрут и профиль полета в соответствии с установленными требованиями и ограничениями
ИД _{ПК8} ²	Составляет навигационный план полета

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные понятия, законы и модели аэродинамики;
- особенности устойчивости и управляемости воздушных судов на различных этапах полета, в особых условиях и особых случаях в полете;
- методы расчета и анализа взлетно-посадочных характеристик воздушных судов.

Уметь:

- использовать законы аэродинамики при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;
- оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов.

Владеть:

- навыками принятия решений с учетом знаний по аэродинамике и динамике полета;
- методами расчета и анализа летно-технических характеристик воздушных судов.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		6
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Контактная работа, всего	74,5	74,5
лекции	36	36
практические занятия	36	36
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект (работа)	-	-
Самостоятельная работа студента	108	108
Промежуточная аттестация:	36	36
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	33,5	33,5

5 Содержание дисциплины

5.1. Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-7	ПК-8		
Тема 1. Основные понятия аэродинамики.	20	+		ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 2. Аэродинамические характеристики крыла.	20	+		Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 3. Характеристики систем самолета.	20		+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 4. Характеристики силовых установок.	20		+	Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 5. Устойчивость, управляемость и маневренность самолета.	30	+		Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 6. Основные режимы полета самолета.	30	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 7. Особые условия полета самолета.	20	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, СЗ
Тема 8. Основы теории полета вертолета.	20	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-7	ПК-8		
Итого по дисциплине	180				
Промежуточная аттестация	36				Эк
Всего по дисциплине	216				

Сокращения: ВК – входной контроль; Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; СРС – самостоятельная работа студента; УО – устный опрос, РЗ – расчетная задача, СЗ – ситуационная задача, Эк – экзамен.

5.2. Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего часов
Тема 1. Основные понятия аэродинамики.	4	4	12	20
Тема 2. Аэродинамические характеристики крыла.	4	4	12	20
Тема 3. Характеристики систем самолета.	4	4	12	20
Тема 4. Характеристики силовых установок.	4	4	12	20
Тема 5. Устойчивость, управляемость и маневренность самолета.	6	6	18	30
Тема 6. Основные режимы полета самолета.	6	6	18	30
Тема 7. Особые условия полета самолета.	4	4	12	20
Тема 8. Основы теории полета вертолета.	4	4	12	20
Итого по дисциплине	36	36	108	180
Промежуточная аттестация				36
Всего по дисциплине				216

Сокращения: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; СРС – самостоятельная работа студента.

5.3. Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия аэродинамики

Предмет аэродинамики. Предмет динамики полета. Разделы аэродинамики: теоретическая, экспериментальная, практическая. Состав и строение атмосферы. Физические свойства воздуха: температура, давление, плотность, вязкость, сжимаемость, скорость звука, единицы их измерения. Изменение параметров воздуха с высотой, стандартная атмосфера. Основные законы аэродинамики: уравнение неразрывности потока, уравнение Бернулли, принцип обратимости движения. Принцип измерения воздушной скорости, истинная и приборная скорости, число Маха. Определение и виды пограничного слоя: ламинарный и турбулентный. Устройство и принцип работы аэродинамической трубы. Основные агрегаты самолета: фюзеляж, крыло, оперение, шасси, двигатели. Системы координат: связанная и земная. Углы, определяющие пространственное положение самолета: угол тангажа, угол наклона траектории, угол атаки, угол крена, угол рыскания, угол скольжения.

Тема 2. Аэродинамические характеристики крыла

Геометрические характеристики крыла: форма в плане, профиль, размах, хорда, удлинение, сужение, угол установки, угол поперечного V , крутка, площадь, расположение относительно фюзеляжа. Полная аэродинамическая сила крыла, ее составляющие. Формула подъемной силы, значение ее компонентов. Зависимость подъемной силы от угла атаки, критический угол атаки. Центр давления и фокус крыла, зависимость их положения от угла атаки, скорости полета, числа M . Формула лобового сопротивления, значение ее компонентов. Зависимость лобового сопротивления от угла атаки. Профильное, индуктивное и волновое сопротивление. Лобовое сопротивление самолета, его отличие от сопротивления крыла. Поляра крыла и самолета, принцип построения поляры. Аэродинамическое качество крыла и самолета, его физический смысл. Механизация крыла: назначение, расположение, принцип работы. Влияние механизация крыла на его аэродинамические характеристики. Элероны: назначение, расположение, принцип работы. Спойлеры (интерцепторы): назначение, расположение, принцип работы.

Тема 3. Характеристики систем самолета

Основные агрегаты самолета (фюзеляж, крыло, оперение, шасси, силовые установки) и их назначение. Характеристики фюзеляжа (геометрические, аэродинамические, прочностные). Герметизация фюзеляжа. Закон изменения давления в гермокабине. Влияние параметров фюзеляжа на летные характеристики самолета. Характеристики крыла (геометрические, аэродинамические, прочностные). Общие сведения об устройстве крыла. Размещение органов управления,

механизации, топливных баков, силовых установок, опор шасси. Влияние параметров крыла на летные характеристики самолета. Характеристики хвостового оперения (конструктивные, геометрические, аэродинамические). Зависимость типа оперения от компоновки самолета. Влияние параметров оперения на летные характеристики самолета. Характеристики шасси (конструктивные, геометрические, прочностные, аэродинамические). Влияние параметров шасси на летные характеристики самолета. Характеристики систем управления (конструктивные и функциональные). Основные компоненты систем управления, их назначение и взаимосвязь. Влияние параметров системы управления на летные характеристики самолета.

Тема 4. Характеристики силовых установок

Классификация и области применения различных авиационных двигателей (поршневых, турбовинтовых, турбореактивных, турбовентиляторных). Характеристики реактивных двигателей. Понятия тяги двигателя и тяговооруженности самолета. Зависимость тяги двигателя от высоты и скорости полета, графики располагаемых тяг. Варианты размещения реактивных двигателей на самолете, их преимущества и недостатки, влияние на летно-технические характеристики самолета. Реверс тяги двигателя, принцип работы, случаи применения. Характеристики винтовых силовых установок. Тяга винта и мощность двигателя, коэффициент полезного действия винта. Зависимость тяги винта от высоты и скорости полета. Режимы работы винта (прямая и обратная тяга, авторотация, флюгирование, реверс). Варианты размещения винтовых двигателей на самолете, их преимущества и недостатки, влияние на летно-технические характеристики самолета. Вспомогательные силовые установки, их назначение, состав, размещение на самолете.

Тема 5. Устойчивость, управляемость и маневренность самолета

Определения равновесия, устойчивости, управляемости и балансировки. Взаимосвязь характеристик устойчивости и управляемости. Силы и моменты, действующие на самолет в полете. Принцип работы аэродинамического руля, аэродинамическая компенсация рулей. Назначение и принцип работы триммера и сервокомпенсатора. Условия продольного равновесия самолета, возможные возмущения. Понятие центровки самолета, ограничения по центровке. Продольная устойчивость самолета по углу атаки и по скорости. Продольная управляемость и балансировка самолета, работа руля высоты и управляемого стабилизатора. Условия поперечного равновесия самолета, возможные возмущения. Поперечная устойчивость самолета, способы ее обеспечения. Поперечная управляемость и балансировка самолета. Условия путевого равновесия самолета, возможные возмущения. Путевая устойчивость, управляемость и балансировка самолета. Взаимосвязь поперечного и путевого движений самолета.

Способы улучшения путевой и поперечной управляемости самолета. Определение маневренности самолета, понятие перегрузки. Классификация самолетов по величине допустимой перегрузки. Вертикальные маневры с увеличением и уменьшением перегрузки. Случаи возникновения в полете нулевой и отрицательной перегрузки, явление невесомости. Горизонтальные маневры: вираж и разворот. Условия выполнения правильного разворота. Тяга, скорость и перегрузка, необходимые для разворота. Радиус и время разворота, предельный разворот.

Тема 6. Основные режимы полета самолета

Горизонтальный полет, схема действующих сил и уравнения равновесия самолета. Понятия о потребной и располагаемой тяге горизонтального полета. Диапазон скоростей горизонтального полета. Первый и второй режимы горизонтального полета. Набор высоты, схема действующих сил и уравнения равновесия самолета. Тяга и скорость, необходимые для набора высоты. Моторное снижение, схема действующих сил и уравнения равновесия самолета. Влияние тяги двигателей на траекторию снижения. Планирование, схема действующих сил и уравнения равновесия самолета. Расчет дальности планирования, влияние направления и скорости ветра. Взлет самолета: определение, этапы взлета, длина разбега, взлетная дистанция. Характерные скорости при взлете. Влияние массы и конфигурации самолета на его взлетные характеристики. Посадка самолета: определение, этапы посадки, длина пробега, посадочная дистанция. Влияние массы и конфигурации самолета на его посадочные характеристики.

Тема 7. Особые условия полета самолета

Обледенение: виды обледенения, влияние обледенения на аэродинамические и летные характеристики самолета и на работу силовых установок. Атмосферная турбулентность: определение и виды турбулентности. Влияние вертикальных и горизонтальных порывов воздуха на поведение самолета. Сдвиг ветра: определение и разновидности сдвига ветра. Влияние сдвига ветра на поведение самолета и траекторию полета. Этапы полета, на которых сдвиг ветра представляет наибольшую опасность. Отказ двигателя на различных этапах полета, возможные последствия для однодвигательного и многодвигательного самолета. Балансировка самолета при полете с несимметричной тягой, понятие критического двигателя.

Тема 8. Основы теории полета вертолета

Аэродинамические схемы вертолетов: одновинтовая, соосная, продольный и поперечный тандем. Принцип и режимы работы несущего винта. Продольное и поперечное управление вертолетом, автомат перекоса. Путевое управление

вертолетом, принцип работы рулевого винта. Особенности управления вертолетом соосной схемы. Режимы полета вертолета: висение, перемещение, взлет, набор высоты, горизонтальный полет, снижение, посадка. Взлет и посадка вертолета по-вертолетному и по-самолетному. Снижение и посадка вертолета на режиме авторотации.

5.4. Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Уравнение неразрывности.	2
1	Практическое занятие № 2. Уравнение Бернулли.	2
2	Практическое занятие № 3. Аэродинамические характеристики крыла.	2
2	Практическое занятие № 4. Аэродинамические характеристики самолета.	2
3	Практическое занятие № 5. Компоновочные и технические характеристики крыла.	2
3	Практическое занятие № 6. Характеристики хвостового оперения.	2
4	Практическое занятие № 7. Характеристики реактивных силовых установок.	2
4	Практическое занятие № 8. Характеристики винтовых силовых установок.	2
5	Практическое занятие № 9. Центровка самолета. Устойчивость самолета.	2
5	Практическое занятие № 10. Управляемость самолета.	2
5	Практическое занятие № 11. Маневренность самолета.	2
6	Практическое занятие № 12. Горизонтальный полет самолета.	2
6	Практическое занятие № 13. Набор высоты и снижение самолета.	2
6	Практическое занятие № 14. Взлет и посадка самолета.	2
7	Практическое занятие № 15. Влияние обледенения на летные характеристики самолета.	2
7	Практическое занятие № 16. Влияние отказа двигателя на характеристики самолета.	2
8	Практическое занятие № 17. Основные режимы полета вертолета.	2

8	Практическое занятие № 18. Взлетно-посадочные характеристики вертолета.	2
Итого по дисциплине:		36

5.5. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6. Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Повторение темы «Основные понятия аэродинамики», подготовка к устному опросу. [1 - 9]	12
2	Повторение темы «Аэродинамические характеристики крыла», подготовка к устному опросу. [1 - 9]	12
3	Повторение темы «Характеристики систем самолета», подготовка к устному опросу. [1 - 9]	12
4	Повторение темы «Характеристики силовых установок», подготовка к устному опросу. [1 - 9]	12
5	Повторение темы «Устойчивость, управляемость и маневренность самолета», подготовка к устному опросу. [1 - 9]	18
6	Повторение темы «Основные режимы полета самолета», подготовка к устному опросу. [1 - 9]	18
7	Повторение темы «Особые условия полета самолета», подготовка к устному опросу. [1 - 9]	12
8	Повторение темы «Основы теории полета вертолета», подготовка к устному опросу. [1 - 9]	12
Итого по дисциплине		108

5.7. Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

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 полета**: Учеб. для вузов [Текст]/Мхитарян А.М., ред. – М.: Машиностроение, 1978. 424 с. Количество экземпляров – 176.
3. З.Матвеев Ю.И. **Траекторные задачи динамики полета гражданских воздушных судов**. [Текст] - Л.: ОЛАГА, 1981, 110с. Количество экземпляров – 214.
4. ЕфимоваМ.Г., ЦипенкоВ.Г. **Основы аэродинамики и летно-технические характеристики воздушных судов**: Учебное пособие. – М.: МГТУГА, 2010. – 116 с. – ISBN 978-5-86311-750-8. [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://elibrary.ru/item.asp?id=19642971> свободный (дата обращения – 29.12.2020).

б) дополнительная литература:

5. **Основы аэродинамики и динамики полета** [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.

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

7. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный.

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

Microsoft Windows XP, Microsoft Office 2007.

8. **Электронно-библиотечная система «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>, свободный (дата обращения – 29.12.2020).
9. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения – 29.12.2020).

7 Материально-техническое обеспечение преподавания дисциплины

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аэродинамика и динамика полета	Ауд. 254а «Летно-технические характеристики воздушных судов»	Аэродинамическая труба открытого типа – 1 шт.; аэродинамическая установка для изучения физической картины взаимодействия воздушного потока и модели крыла, оснащенной различными видами механизации – 1 шт.	Microsoft Windows XP Prof, x64 Ed. (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Microsoft Windows Office XPSu ites (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS (лицензия № 1D0A170720092603110550 от 20 июля 2017 года)
	Лаборатория аэродинамики и динамики полета	Учебный стенд «Труба аэродинамическая» – 1 шт.; батареинный жидкостной манометр – 1 шт.; анемометр Testo 416 – 1 шт.; 3-компонентные тензометрические весы – 1 шт.; ноутбук HP с источником питания HE 102000520-LC – 1 шт.; Модели: <ul style="list-style-type: none"> • цилиндр; • плоскость; • симметричный профиль; • профиль с отклоняемым закрылком; • самолет схемы «Утка»; • самолет нормальной схемы; • профиль к манометру. 	

8 Образовательные и информационные технологии

Входной контроль проводится в форме устных опросов с целью оценивания остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам или разделам изучаемой дисциплины.

При изучении дисциплины используются лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента.

Лекции являются одним из важнейших видов образовательных технологий и составляют основу теоретической подготовки студентов по дисциплине. Они должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных, проблемных вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Практические занятия проводятся с использованием специальных компьютерных программ и предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков.

Самостоятельная работа студента проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэродинамика и динамика полета» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена в шестом семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает устные опросы, решение расчетных и ситуационных задач.

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 для входного контроля по вопросам (п. 9.4).

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Аэродинамика и динамика полета» проводится в шестом семестре в форме экзамена. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзамен предполагает устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня экзаменационных вопросов и решение расчетной и ситуационной задач.

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

Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов учебным планом не предусмотрена.

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

Экзамен проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины, изученного студентами в 6 семестре в устной форме. Перечень вопросов, выносимых на экзамен, обсуждается на заседании кафедры и утверждается заведующим кафедрой.

Устный опрос оценивается:

- «зачет», обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;
- «не зачет», обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

9.3. Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

В учебном плане рефератов и курсовых работ не предусмотрено.

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

Примерный перечень контрольных вопросов:

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. Теорема Остроградского – Гаусса.

12. Таблица простейших интегралов.
13. Газодинамические параметры.
14. Адиабатический процесс.
15. Уравнение адиабаты.
16. Уравнение состояния идеального газа.
17. Скорость звука.
18. Сила, работа, мощность.
19. Импульс, энергия.
20. Законы Ньютона.
21. Законы сохранения массы, импульса, энергии.
22. Центр масс.
23. Сила тяжести.
24. 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
1 этап		
ПК-7 ПК-8	ИД ¹ _{ПК7} , ИД ² _{ПК7} ИД ¹ _{ПК8} , ИД ² _{ПК8}	Знает: - основные понятия, законы и модели аэродинамики; - особенности устойчивости и управляемости воздушных судов на различных этапах полета, в особых условиях и особых случаях в полете; - методы расчета и анализа взлетно-посадочных характеристик воздушных судов. Умеет: - использовать законы аэродинамики при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;
2 этап		
ПК-7 ПК-8	ИД ¹ _{ПК7} , ИД ² _{ПК7} ИД ¹ _{ПК8} , ИД ² _{ПК8}	Умеет: - оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов. Владеет: - навыками принятия решений с учетом знаний по аэродинамике и динамике полета;

		- методами расчета и анализа летно-технических характеристик воздушных судов.
--	--	---

9.6. Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Перечень типовых вопросов для текущего контроля

1. Физико-механические свойства воздуха.
2. Параметры воздушного потока.
3. Физический смысл уравнения неразрывности.
4. Уравнения Бернулли.
5. Параметры торможения потока газа.
6. Особенности сверхзвуковых течений газа.
7. Пограничный слой.
8. Обтекание несущих поверхностей при малых скоростях и числах M .
9. Взаимодействие воздушного потока с обтекаемым телом.
10. Аэродинамические силы
11. Аэродинамические моменты.
12. Коэффициенты аэродинамических сил.
13. Геометрические параметры профиля крыла.
14. Режимы обтекания тел потоком вязкого газа.
15. Основные аэродинамические характеристики профиля.
16. Крыло конечного размаха в потоке несжимаемого газа.
17. Особенности обтекания несущих поверхностей на больших числах M .
18. Аэродинамические характеристики самолета.
19. Аэродинамическая интерференция частей самолета.
20. Аэродинамическая компоновка самолета.
21. Механизация крыла.
22. Системы координат, используемые в динамике полета.
23. Уравнения движения самолета в проекциях на оси координат.
24. Силы, действующие на самолет в полете.
25. Прямолинейный полет.
26. Кривые потребных и располагаемых тяг (мощностей).
27. Характеристики горизонтального полета.
28. Характеристики набора высоты.
29. Характеристики снижения.
30. Дальность и продолжительность горизонтального полета.
31. Дальность и продолжительность полета при наборе и снижении.
32. Криволинейный полет.
33. Правильный вираж (разворот).
34. Общая характеристика взлета.
35. Схема взлета.
36. Схема захода на посадку и посадки.

37. Определения устойчивости и управляемости.
38. Продольная устойчивость ВС.
39. Два типа продольного возмущенного движения.
40. Устойчивость по перегрузке и по скорости.
41. Боковая устойчивость ВС.
42. Силы и моменты, действующие на ВС в боковом движении.
43. Боковые статические и динамические силы и моменты.
44. Зависимость сил и моментов от аэродинамической компоновки.
45. Пути уменьшения усилий на штурвале.
46. Боковая управляемость ВС.
47. Балансировочные кривые.
48. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости ВС.
49. Особенности полета на больших углах атаки.
50. Сваливание самолета.
51. Вывод самолета из сваливания.
52. Особенности работы силовой установки на больших углах атаки.
53. Реверс элеронов.
54. Самопроизвольное кренение.
55. Затягивание в пикирование,
56. Обратная реакция по крену на отклонение руля направления.
57. Снижение эффективности рулей.
58. Экстренное снижение ВС.
59. Особенности полета в условиях обледенения.
60. Особенности полета в условиях атмосферной турбулентности.
61. Особенности полета в условиях сдвига ветра
62. Особенности полета в условиях ливневых осадков.
63. Наземное обледенение, его влияние на безопасное выполнение взлета.
64. Особенности полета при попадании в спутный след.
65. Особенности полета при отказе двигателя.

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 °С и летом при температуре + 35 °С, 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. 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?

6. 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.

7. Определить угол набора высоты самолета с полетной массой 5250 кг, если при равных условиях в ГП избыток тяги составляет 3690 Н.

8. Определить аэродинамическое качество самолета на некотором угле атаки, если самолет планирует на скорости 140 км/ч с тягой $P = 0$ и вертикальной скоростью $V_y = 4 \text{ м/с}$.

9. Определите скорость отрыва самолета массой 5250 кг при следующих условиях: площадь крыла $71,5 \text{ м}^2$, плотность воздуха $1,225 \text{ кг/м}^3$, $C_{y_{\text{отр}}} = 1,25$.

10. Определите посадочную скорость самолета массой 5250 кг при следующих условиях: площадь крыла $71,5 \text{ м}^2$, плотность воздуха $1,225 \text{ кг/м}^3$, $C_{y_{\text{пос}}} = 1,12$.

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

Пользуясь масштабом, определите геометрические характеристики реального крыла и поставьте размеры на чертеже. Определите площадь, удлинение и сужение крыла.

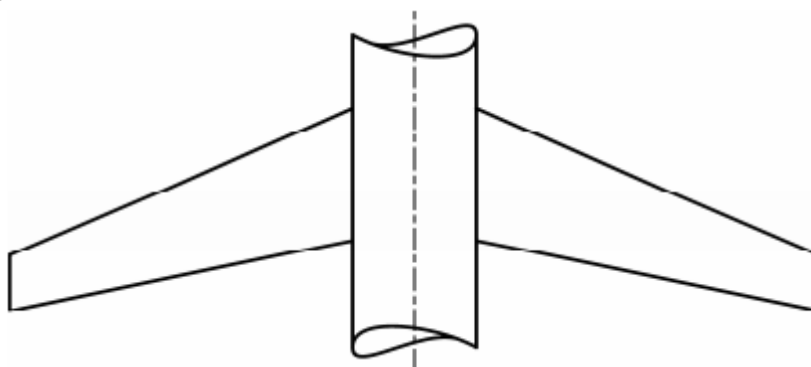


Рис. 1. Крыло самолета

Типовые ситуационные задачи для решения на практических занятиях

Задача 1.

1. По исходным данным таблицы 1 определите аэродинамическое качество заданного профиля и постройте графики $C_x = f(\alpha)$, $C_y = f(\alpha)$, $C_y = f(C_x)$, $K = f(\alpha)$. Как изменится аэродинамическое качество при применении механизации крыла? Сделайте соответствующие выводы и обоснуйте их.

2. По построенным графикам определите следующие значения: $C_{y_{\max}}$, $C_{x_{\min}}$, K_{\max} , α_0 , $\alpha_{\text{кр}}$, $\alpha_{\text{нв}}$. Отметьте все возможные точки на графике поляры, сделав для этого необходимые построения. Как изменятся значения основных углов атаки при применении механизации крыла? Сделайте соответствующие выводы и обоснуйте их.

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. Рассчитать кривую потребных тяг Жуковского и построить ее график для самолета с ТРД. Самолет имеет массу 90 т, высоту полета 11 км, площадь крыла 180 м^2 . Задана поляра самолета:

C_{ya}	0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,09
C_{xa}	0,0194	0,0196	0,0208	0,0270	0,0381	0,0559	0,0891	0,123

2. По кривой Жуковского определить графическим способом характерные скорости горизонтального полета. Дать пояснения, чем характерна каждая скорость. Как изменятся характерные скорости горизонтального полета при изменении высоты полета? Сделайте соответствующие выводы и обоснуйте их.

Задача 3.

1. Самолет массой 10 тонн с площадью крыла $71,5 \text{ м}^2$, и величиной $C_{ya_{отр}} = 1,05$ заходит на посадку. Оцените влияние на основные посадочные характеристики самолета следующих параметров:

- изменение взлетной массы;
- появление встречного ветра;
- появление попутного ветра;
- появление бокового ветра;
- обледенение взлетно-посадочной полосы;
- изменение температуры воздуха;
- изменение давления окружающей среды.

Свой ответ обоснуйте.

Задача 4.

1. Самолет массой 10 тонн с площадью крыла $71,5 \text{ м}^2$, и величиной $C_{ya_{отр}} = 1,15$ готовится к взлету. Оцените влияние на основные посадочные характеристики самолета следующих параметров:

- изменение взлетной массы;
- появление встречного ветра;
- появление попутного ветра;
- появление бокового ветра;
- обледенение взлетно-посадочной полосы;
- изменение температуры воздуха;
- изменение давления окружающей среды.

Свой ответ обоснуйте.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Состав и строение атмосферы.
2. Основные физические свойства воздуха.
3. Устройство и принцип работы аэродинамической трубы.
4. Принцип обратимости движения.
5. Уравнение неразрывности потока.
6. Уравнение Бернулли.
7. Пограничный слой.
8. Скорости полета: истинная, приборная, путевая.
9. Число Маха.
10. Основные геометрические характеристики крыла.
11. Подъемная сила крыла.
12. Зависимость подъемной силы от угла атаки.
13. Центр давления и аэродинамический фокус крыла.
14. Лобовое сопротивление крыла и самолета.
15. Зависимость лобового сопротивления от угла атаки.
16. Поляра крыла.
17. Аэродинамическое качество крыла и самолета.
18. Устройство и принцип работы закрылков.
19. Устройство и принцип работы предкрылков.
20. Устройство и принцип работы спойлеров.
21. Устройство и принцип работы элеронов.
22. Назначение и принцип работы стабилизатора.
23. Назначение и принцип работы киля.
24. Устройство и принцип работы руля высоты.
25. Устройство и принцип работы руля направления.
26. Аэродинамическая компенсация рулей и элеронов.
27. Устройство и принцип работы триммера и сервокомпенсатора.
28. Системы координат, применяемые в динамике полета.
29. Углы, характеризующие пространственное положение самолета.
30. Продольная устойчивость самолета.
31. Продольная управляемость и балансировка самолета.
32. Поперечная устойчивость самолета.
33. Поперечная управляемость самолета.
34. Путевая устойчивость самолета.
35. Путевая управляемость самолета.
36. Силы, действующие на самолет в полете. Перегрузка.
37. Условия равновесия сил в горизонтальном полете.
38. Графики потребных и располагаемых тяг.
39. Высотно-скоростная характеристика самолета.
40. Условия равновесия самолета в наборе высоты.
41. Условия равновесия самолета при моторном снижении.
42. Условия равновесия самолета при планировании.

43. Взлет самолета, длина разбега, взлетная дистанция.
44. Характерные скорости при взлете.
45. Посадка самолета, длина пробега, посадочная дистанция.
46. Виращ самолета, радиус и время виража.
47. Скольжение самолета, условия равновесия.
48. Балансировка самолета при полете с несимметричной тягой.

Типовые задачи для проведения промежуточной аттестации

1. Определить требуемую тягу горизонтального полета самолета при некотором угле атаки, если полетная масса самолета 5250 кг, а аэродинамическое качество $K=10$.

2. С какой воздушной скоростью самолет может лететь на теоретическом потолке 5000 м, если его экономическая скорость у земли составляет 33,34 м/с?

3. Определить тягу, необходимую для набора высоты самолета с углом наклона траектории $\theta=4^\circ$, если при равных условиях в ГП требуемая тяга составляет 5240 Н, полетная масса 5250 кг.

4. Определить вертикальную скорость набора высоты самолета с полетной массой 5250 кг, если при равных условиях горизонтального полета избыток мощности составляет 154560 Вт.

5. При некотором угле атаки требуемая скорость горизонтального полета составляет 38,39 м/с. Определить требуемую скорость планирования с тем же углом атаки, если угол наклона траектории при планировании $\theta=8^\circ$.

6. Определить угол планирования самолета, если при планировании на некотором угле атаки аэродинамические коэффициенты составляют $C_{ya}=0,58$; $C_{xa}=0,058$.

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

По итогам освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в форме экзамена. Форма экзамена предполагает устный ответ студента.

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций ПК-7, ПК-8.

Экзамен по дисциплине проводится в 6-ом семестре. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы. Экзамен принимается преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедрой, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

Важнейшей частью образовательного процесса дисциплины являются учебные занятия. В ходе занятий осуществляется теоретическое обучение студентов, привитие им необходимых умений и практических навыков по дисциплине.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся. Освобождение студентов от занятий может проводиться только деканатом. Преподаватель обязан лично контролировать наличие студентов на занятиях.

Основными видами учебных занятий по дисциплине являются лекции, практические занятия. Виды учебных занятий определяются рабочей программой дисциплины.

Лекции являются одним из важнейших видов образовательных технологий и составляют основу теоретической подготовки студентов по дисциплине. Они должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных, проблемных вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченного целого и иметь конкретную целевую установку. Лекции должны носить, как правило, проблемный характер. Основным методом в лекции выступает устное изложение лектором учебного материала, сопровождающееся демонстрацией схем, плакатов, моделей.

Порядок изложения материала лекции отражается в плане ее проведения.

Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины и кратко знакомить студентов 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 по дисциплине имеют целью:

- углубление, расширение и конкретизацию теоретических знаний, полученных на лекции, до уровня, на котором возможно их практическое использование;
- экспериментальное подтверждение положений и выводов, изложенных в теоретическом курсе, и усиление доказательности обучения;
- отработку навыков и умений в пользовании графиками, схемами, матрицами информационно-аналитической работы;
- отработку умения использования ПК;
- проверку теоретических знаний.

Основу практических занятий составляет работа каждого обучаемого (индивидуальная и/или коллективная), по приобретению умений и навыков использования закономерностей, принципов, методов, форм и средств, составляющих содержание дисциплины в профессиональной деятельности и в подготовке к изучению дисциплин, формирующих компетенции выпускника. Практическим занятиям предшествуют лекции и целенаправленная самостоятельная подготовка студентов, поэтому практические занятия нужно начинать с краткого обзора цели занятия, напоминания о его связи с лекциями, и формирования контрольных вопросов-заданий, которые должны быть решены на данном занятии.

По результатам контроля знаний и умений преподаватель должен провести анализ хода и итогов практических занятий, отметить успехи студентов в решении учебной задачи, а также недостатки и ошибки, разобрать их причины и дать методические указания по их устранению. Таким образом, практические

занятия являются важной формой обучения, в ходе которого знания студентов превращаются в необходимые профессиональные умения, навыки и компетенции.


Самостоятельная работа—это вид учебной деятельности, выполняемой студентом без непосредственного контакта с преподавателем, с помощью специальных учебных материалов. Самостоятельная работа студентов представляет собой неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее, прежде всего, индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №14 «Аэродинамики и динамики полета» 19 мая 2021 года, протокол №10

Разработчик:

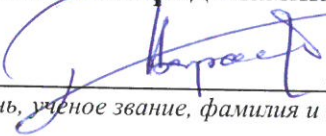
ст. преподаватель


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Левин С.А.

Заведующий кафедрой №14 «Аэродинамики и динамики полета»

к.т.н.



(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Баранов Н.Е.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Сарайский Ю.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «16» 06 2021 года, протокол № 7.