



**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

« 20 »

20

2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Аэродинамика и динамика полёта**

**Специальность**

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

**Специализация**

**«Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»**

**Квалификация выпускника  
инженер**

**Форма обучения  
очная**

**Санкт-Петербург  
2023**

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Аэродинамика и динамика полета» являются формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области организации технического обслуживания и ремонта ВС, в части использования положений и расчётных методов аэродинамики и динамики полета воздушных судов, необходимых в профессиональной деятельности специалистов, осуществляющих техническую 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;
- изучение характеристик устойчивости и управляемости ВС;
- изучение аэродинамических методов расчета этих характеристик и оценки влияния на них различных эксплуатационных факторов.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полёта» представляет собой дисциплину часть, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули).

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

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полёта» является обеспечивающей для дисциплин: «Техническое обслуживание и ремонт воздушных судов», «Конструкция и прочность воздушных судов».

Дисциплина изучается в 5 семестре.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Основы аэродинамики и летно-технических характеристиках воздушных судов» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
<b>ПК-6</b>	<b>Способен понимать сущность процессов, протекающих в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов для осуществления контроля и анализа их состояния, прогнозировать и организовывать выполнение комплекса работ по их восстановлению.</b>
<i>ИД<sub>ПК6</sub><sup>2</sup></i>	Анализирует процессы, протекающие в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей.

### Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основы теории полёта;
- физическую природу образования аэродинамических сил и моментов;
- особенности устойчивости и управляемости воздушных судов;
- лётно-технические характеристики воздушных судов.

Уметь:

- оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов;
- учитывать данные о лётно-технических характеристиках воздушных судов при решении профессиональных задач.

Владеть:

- методикой расчета сил, действующих на воздушное судно на различных этапах полета;
- навыками учета данных о лётно-технических характеристиках воздушных судов при решении профессиональных задач.

### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры
		5
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа:	42,3	42,3

лекции	14	14
практические занятия	28	28
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект (работа)	-	-
другие виды аудиторных занятий.	-	-
Самостоятельная работа студента	21	21
Промежуточная аттестация		
контактная работа	0,3	0,3
самостоятельная работа по подготовке к зачёту	8,7	8,7

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-6		
Тема 1. Основные понятия и уравнения аэродинамики.	10	+	ВК Л, ПЗ,РКС,СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей.	10	+	Л, ПЗ, РКС,СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 3. Аэродинамические характеристики ВС.	10	+	Л, ПЗ, РКС, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 4. Установившиеся режимы полёта.	9	+	Л, ПЗ,РКС, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 5. Продольная и боковая устойчивость ВС.	8	+	Л, ПЗ,РКС, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 6. Продольная и боковая управляемость ВС.	8	+	Л, ПЗ,РКС, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 7. Особые условия полёта и особые случаи в полёте.	8	+	Л, ПЗ, РКС,СРС	УО, РЗ, СЗ
Итого по дисциплине	63			
Промежуточная аттестация	9			
Итого по дисциплине	72			

Сокращения: Л – лекция, ПЗ - практические занятия, РКС – разбор конкретной ситуации, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, РЗ – расчетная задача, СЗ – ситуационная задача.

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Основные понятия и уравнения аэродинамики.	2	4	–	–	4	–	10
Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей.	2	4	–	–	4	–	10
Тема 3. Аэродинамические характеристики ВС.	2	4	–	–	4	–	10
Тема 4. Установившиеся режимы полёта.	2	4	–	–	3	–	9
Тема 5. Продольная и боковая устойчивость ВС.	2	4	–	–	2	–	8
Тема 6. Продольная и боковая управляемость ВС.	2	4	–	–	2	–	8
Тема 7. Особые условия и особые случаи в полёте.	2	4	–	–	2	–	8
Итого по дисциплине	14	28	–	–	21	–	63
Промежуточная аттестация							9
Всего по дисциплине							72

## 5.3 Содержание дисциплины

### Тема 1. Основные понятия и уравнения аэродинамики

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. Подобие потоков. Аэродинамические трубы. Два режима течения вязкой жидкости. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Отрыв течения в пограничном слое.

### Тема 2. Аэродинамика несущих поверхностей

Понятие об аэродинамических силах, моментах и их коэффициентах. Геометрические параметры профиля, крыла, фюзеляжа. Профиль в потоке несжимаемого газа, основные аэродинамические характеристики профиля. Крыло конечного размаха в потоке несжимаемого газа. Аэродинамические характеристики крыла конечного размаха. Влияние основных геометрических параметров крыла на его аэродинамические характеристики при малых и

больших числах  $M$ . Явление волнового кризиса. Волновое сопротивление, подъемная сила и продольный момент при околозвуковых скоростях. Особенности аэродинамики воздушного винта.

### **Тема 3. Аэродинамические характеристики воздушных судов**

Аэродинамические характеристики самолета. Понятие об аэродинамической интерференции частей и аэродинамической компоновке 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. Способы управления аэродинамикой ВС. Механизация крыла.

### **Тема 4. Установившиеся режимы полёта**

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. Неустановившееся и установившееся движение. Установившийся горизонтальный полёт. Кривые потребных и располагаемых тяг и мощностей установившегося горизонтального полёта. Кривые потребных и располагаемых мощностей горизонтального полёта. Поляры скоростей набора высоты и снижения. Влияние конфигурации ВС, величины полетной массы, режима работы двигателей, высоты полета, температуры и давления наружного воздуха, турбулентности атмосферы на параметры полёта.

### **Тема 5. Продольная и боковая 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. Продольное возмущенное движение самолета. Устойчивость по углу атаки (перегрузке) и по скорости. Силы и моменты, действующие на воздушное судно в боковом движении. Боковые статические и динамические силы и моменты. Путевая и поперечная статическая устойчивость самолёта.

### **Тема 6. Продольная и боковая управляемость ВС**

Характеристики продольной управляемости ВС в прямолинейном установившемся полете. Балансировочные кривые. Предельно передняя центровка ВС. Эксплуатационный диапазон центровок. Пути уменьшения усилий на штурвале. Путьевая управляемость. Поперечная управляемость. Балансировка ВС при полете с несимметричной тягой. Динамические характеристики боковой управляемости ВС. Взаимосвязь боковой устойчивости и управляемости ВС.

## Тема 7. Особые условия и особые случаи в полёте

Особенности аэродинамики ВС при обледенении несущих поверхностей. Особенности устойчивости и управляемости ВС при попадании в условия обледенения. Особенности аэродинамики устойчивости и управляемости ВС при попадании в условия атмосферной турбулентности. Взлёт и посадка самолёта в условиях сдвига ветра. Взлёт и посадка самолёта в условиях ливневых осадков. Особенности аэродинамики и динамики ВС при попадании в спутный след за самолетами и вертолетами. Особенности аэродинамики и динамики ВС при отказе одного (нескольких) двигателей на разбеге, в наборе высоты, в крейсерском полете, при снижении, заходе на посадку и уходе на второй круг.

### 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие №1. Физико-механические свойства воздуха.	2
1	Практическое занятие №2. Параметры торможения газового потока.	2
2	Практическое занятие №3. Аэродинамические силы и моменты.	2
2	Практическое занятие №4. Аэродинамические характеристики крыла.	2
3	Практическое занятие №5. Геометрические и аэродинамические характеристики фюзеляжа	2
3	Практика занятия №6. Аэродинамические характеристики ВС.	2
4	Практическое занятие №7. Установившийся горизонтальный полёт.	2
4	Полета занятия №8. Набор высоты и снижения самолета.	2
5	Практическое занятие №9. Продольная	2



	статическая устойчивость самолета.	
5	Практическое занятие №10. Боковая статическая устойчивость самолета.	2
6	Практическое занятие №11. Продольная управляемость самолета.	2
6	Практическое занятие №12. Боковая управляемость самолета.	2
7	Практическое занятие №13. Особые условия полета.	2
7	Практическое занятие №14. Отказ двигателя в полёте.	2
Итого по дисциплине		28

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

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

№ раздела, темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
5.	Подготовка к устному опросу. Изучение теоретического материала [2], гл. 9, 11, 15.4, 16.4, [3-9]. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	2
6.	Подготовка к устному опросу. Изучение теоретического материала [2], гл.10, 12, 15.5, 16.5, [3-9]. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	2
7.	Подготовка к устному опросу. Изучение теоретического материала [2], гл.20-22, [3-9]. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	2
Итого по дисциплине		21

### 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Мхитарян, А.М. **Аэродинамика** [Текст]: учебник / А.М. Мхитарян. — 2-е изд., перераб. и доп. / Репринтное воспроизведение издания 1976 г. — М.: ЭКОЛИТ, 2012.— 448с. ISBN 978-5-4365-0050-8. Количество экземпляров – 50.

2. Максимов В.С., Лазнюк П.С., Мхитарян А. М. **Динамика полёта**[Текст]. М.: Эколит, 2012. 448 с. ISBN: 978-5-4365-0049-2. Количество экземпляров – 50.

3. **Динамика полета**: Учебник для студентов высших учебных заведений/А.В.Ефремов, В.Ф.Захарченко, В.Н.Овчаренкоидр.; Под ред.Г.С.Бюшгенса.—М.: Машиностроение, 2011. 776с.:ил. ISBN 978-5-94275-580-5. Количество экземпляров – 50.

б) дополнительная литература:

4. **Основы аэродинамики и динамики полета** [Текст]. Часть 1. - Рига: Ин-т транспорта и связи, 2010. - 105с. Количество экземпляров – 140.

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

5. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения 07.12.2017).

6. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения 07.12.2017).

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

7. **КонсультантПлюс. Официальный сайт компании** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения 20.12.2017).

8. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения 20.12.2017).

9. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения 20.12.2017).

## 7 Материально-техническое обеспечение 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	Компьютерный класс аудитория №254	ПК Intel Celeron CPU <u>440@2.00</u> GHz, дисплей LG FLATRON L1718S–12шт.; ноутбук HP 630 – 1 шт.; проектор Acer – 1 шт.; экран – 1 шт.;	MicrosoftWindows XP Prof, x64 Ed. (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) MicrosoftWindows OfficeXPSuites (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) KasperskyAnti-VirusSuiteдляWKS иFS (лицензия № 1D0A17072009260)

			3110550 от 20 июля 2017 года)
	Ауд. 254а	аэродинамическая труба открытого типа – 1 шт.; аэродинамическая установка для изучения физической картины взаимодействия воздушного потока и модели крыла, оснащенного различными видами механизации – 1 шт.	
	Лаборатория аэродинамики и динамики полета	Учебный стенд «Труба аэродинамическая» – 1 шт.; батарея жидкостной манометр – 1 шт.; анемометр Testo 416 – 1 шт.; тензометрические весы – 1 шт.; ноутбук HP с источником питания HE 102000520-LC – 1 шт.; модели: - цилиндр; - плоскость; - симметричный профиль; - профиль с отклоняемым закрылком; - самолет схемы «Утка»;	

		- самолет нормальной схемы; - профиль манометру.	к
--	--	--	---

## 8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины 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.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция имеет целью раскрыть текущее состояние и обозначить перспективы прогресса 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 практические навыки. Проводимые в рамках практического занятия устные опросы и расчетные и ситуационные задачи имеют профессиональную направленность.

Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации, используемый на практических занятиях и заключающийся в постановке перед студентами расчётных и ситуационных задач с целью достижения планируемых результатов.

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.

## **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 форме зачета в 5 семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные и ситуационные задачи.

Устный опрос проводится на практических и лекционных занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала.

Расчетные задачи, ситуационные задачи носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета 5 семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля.

### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

Применение балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

### **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: развернутый ответ обучающегося должен представлять собой связный, логически последовательный ответ на вопрос. Критерии оценивания:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Расчетные и ситуационные задачи:

«зачтено»: задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: 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.

На момент зачета студент должен получить «зачтено» или «незачтено» за участие в по крайней мере в 50 % устных опросов за выполнение расчётных и ситуационных задач по всем темам, для которых они предусмотрены.

### **9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

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

Высшая математика:

1. Что называется вектором, длиной вектора?
2. Какой геометрический и механический смыслы производной?
3. Определение дифференциала функции, его геометрический смысл.
4. Дайте определение первообразной функции и неопределенного интеграла.
5. Определенный интеграл, его определение и геометрический смысл.

Физика:

6. Основные понятия кинематики поступательного движения: скорость, ускорение, траектория, путь, центр масс. Системы координат.
7. Вращательное движение. Центробежное (нормальное) ускорение, угловая скорость, угловое ускорение, радиус кривизны.
8. Динамика. Материальная точка. Сила. Масса. Импульс. Инерциальные системы отсчёта. Законы Ньютона.

9. II-ой закон Ньютона. Закон сохранения импульса.

10. Работа. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии.

11. Изопрцессы. Законы идеальных газов

12. Адиабатический процесс. Формула Пуассона. Работа в изо- и адиабатических процессах.

### 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-6	$ID_{ПК6}^2$	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории полёта;</li> <li>- физическую природу образования аэродинамических сил и моментов;</li> <li>- особенности устойчивости и управляемости воздушных судов;</li> <li>- летно-технические характеристики воздушных судов.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать влияние эксплуатационных факторов на безопасность и эффективность полетов воздушных судов;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета сил, действующих на воздушное судно на различных этапах полета;</li> <li>- навыками учета данных о летно-технических характеристиках воздушных судов при решении профессиональных задач.</li> </ul>
II этап		
ПК-6	$ID_{ПК6}^2$	<p>Учитывать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учитывать данные о летно-технических характеристиках воздушных судов при решении профессиональных задач.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета сил, действующих на воздушное судно на различных этапах полета;</li> <li>- навыками учета данных о летно-технических характеристиках воздушных судов при решении профессиональных задач.</li> </ul>



### 9.5.1 Шкалы оценивания

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации.

*Зачет*

Знания, умения и навыки обучающегося определяются с использованием оценочных средств следующими оценками: «зачтено» и «не зачтено» (по двухбалльной системе).

Спецификой зачета, как формы академического испытания обучающихся, является дихотомический альтернативный выбор результата. Весь спектр результатов сводится либо к «зачтено», либо к «не зачтено».

«Не зачтено» предполагает, что обучающийся показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументировано и последовательно излагать материал, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

В остальных случаях ставится оценка «зачтено».

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

#### Примерный перечень вопросов 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 подъёмная 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, необходимые 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?

### **Типовые расчетные задачи для проведения текущего контроля**

Тема 1.

Самолет МиГ-31 летит на высоте 15 км со скоростью 2650 км/ч условиях стандартной атмосферы. Чему равны температура, плотность и давление воздуха в точке торможения потока?

Тема 2.

Найдите длину средней аэродинамической хорды трапециевидной крыла если  $b_o=8$  м,  $b_k=5$  м

Тема 3.

Сравните средние значения угла скоса потока за крылом при углах атаки, которым соответствиям и  $C_{ya1}=0,5$  и  $C_{ya2}=0,8$ . Эффективное удлинение крыла равно 8.

Тема 4.

Чему равна тяга установившегося горизонтального полета, если масса самолета 80000 кг и аэродинамическое качество 14.

Тема 5.

Рассчитайте степень статической устойчивости самолета по перегрузки, если  $x_T=0,3$ ,  $x_F=0,5$ .

Тема 6.

Определить балансировочное отклонение руля высоты при полете высоты 6000 м, скорость полета 600 км/ч, масса 50000 кг, площадь крыла 120 м<sup>2</sup> ( $m_{z0}=0,1$ ,  $m_z^{Cy}=-0,15$ ,  $m_z^{\delta B}=-1,4$ ).

Тема 7.

Рассчитайте потребный балансировочной угол крена самолета с несимметричной тяги двигателей.

### **Типовые ситуационные задачи для проведения текущего контроля**

1. Назовите и поясните способы управления пограничным слоя и оцените последствия принятого решения.

2. Объясните природы аэродинамической силы и оцените последствия принятого решения.

3. В чем различия лобового сопротивления для отрезка крыла бесконечного размаха и крыла конечного размаха. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

4. Поясните особенности поведения самолета в первых и вторых режимов горизонтального полета. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

5. Докажите, что самолет, центр масс, которого расположен впереди фокуса статически устойчив по углу атаки. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

6. Изобразите и объясните характеристики боковой управляемости самолета. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

7. Объясните особенностей сваливания самолета с прямым и стреловидным крылом. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

### **Примерный перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Стандартная атмосфера.
2. Уравнение неразрывности.
3. Уравнение Бернулли.
4. Пограничный слой.
5. Особенности сверхзвукового течения газа.
6. Геометрические параметры крыла.
7. Аэродинамические силы и моменты.
8. Аэродинамические коэффициенты.
9. Углы атаки, скольжения, крена.
10. Аэродинамические характеристики крыла.
11. Аэродинамические характеристики самолёта.
12. Установившийся горизонтальный полет, схема сил и уравнения движения.
13. Кривые Жуковского для тяг.
14. Кривые Жуковского для мощностей.
15. Два режима горизонтального полета.
16. Влияние полетной массы на характерные скорости горизонтального полета.
17. Влияние выпуска шасси и механизации на потребную тягу.
18. Влияние изменения температуры наружного воздуха на лётные характеристики самолёта.
19. Дальность и продолжительность горизонтального полёта, их зависимость от эксплуатационных факторов и внешних условий.
20. Установившийся набор высоты. Схема сил и уравнения движения
21. Угол наклона траектории и вертикальная скорость набора высоты.
22. Поляра скоростей набора высоты.
23. Влияние полетной массы на характеристики набора высоты.

24. Скорость, угол и вертикальная скорость снижения и планирования.
25. Экстренное снижение.
26. Эксплуатационные ограничения при экстренном снижении.
27. Дальность планирования самолета.
28. Поляры скоростей планирования и снижения самолета.
29. Силы, действующие на самолет на вираже.
30. Перегрузка, скорость, тяга и мощность на вираже.
31. Радиус и время выполнения виража.
32. Предельный вираж.
33. Порядок выполнения взлёта самолёта.
34. Скорость отрыва и длина разбега самолёта.
35. Основные требования к взлётным характеристикам самолёта.
36. Определение максимально допустимой взлётной массы.
37. Особенности взлёта самолёта при боковом ветре.
38. Ошибки при выполнении взлёта самолёта.
39. Заход на посадку.
40. Посадочная скорость и длина пробега.
41. Определение посадочных характеристик самолёта.
42. Уход на второй круг.
43. Посадка самолёта с боковым ветром.
44. Особенности захода на посадку по крутой глиссаде.
45. Посадка самолёта в условиях сдвига ветра.
46. Ошибки на посадке.
47. Предупреждение грубых посадок.
48. Влияние коэффициента сцепления на длину разбега и пробега.
49. Влияние уклона ВПП на длину разбега и пробега.
50. Средняя аэродинамическая хорда крыла, центровка самолета
51. Эксплуатационный диапазон центровок.
52. Продольное равновесие самолета.
53. Поперечное равновесие самолета.
54. Путевое равновесие самолета.
55. Понятие об устойчивости самолета.
56. Продольная устойчивость самолета по перегрузке.
57. Продольная устойчивость самолета по скорости.
58. Поперечная устойчивость самолета.
59. Путевая устойчивость самолета.
60. Продольная управляемость самолета.
61. Поперечная управляемость самолета.
62. Путевая управляемость самолета.
63. Колебательная и спиральная неустойчивость.
64. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости самолёта при попадании в условия обледенения
65. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости самолёта при попадании в условия атмосферной турбулентности.

66. Наземное облечение: причины возникновения и влияние на безопасное выполнение взлёта.

67. Причины образования и закономерности развития спутного следа за ВС.

68. Особенности динамики полёта самолёта при попадании в спутный след за самолетами и вертолетами.

69. Особенности динамики ВС при отказе одного (нескольких) двигателей на разбеге, в наборе высоты, в крейсерском полете, при снижении, заходе на посадку и уходе на второй круг.

70. Особенности аэродинамики, продольной устойчивости и управляемости самолета при отказе механизма управления поворотным стабилизатором: опасность подобного отказа на режимах взлета и посадки.

71. Особенности аэродинамики и динамики ВС при отказах управления рулями, механизацией крыла.

### **Типовые расчетные задачи для проведения промежуточной аттестации**

*Задача 1.* Самолет Boeing-777 летит на высоте 12 км со скоростью 850 км/ч условиях стандартной атмосферы. Чему равны температура, плотность и давление воздуха в точке торможения потока?

*Задача 2.* Чему равна тяга установившегося горизонтального полета, если масса самолета 100000 кг и аэродинамическое качество 15.

*Задача 3.* Определить балансирующее отклонение руля высоты при полете высоты 10000 м, скорость полета 800 км/ч, масса 90000 кг, площадь крыла 200 м<sup>2</sup> ( $m_{z0}=0,1$ ,  $m_z^{Cy}=-0,15$ ,  $m_z^{\delta v}=-1,4$ ).

### **Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации**

1. Объясните особенностей сваливания самолета с прямым и стреловидным крылом. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.
2. Из каких соображений ограничивают минимальной и максимальной допустимые скорости полета при облечении. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.
3. Дайте обоснование рекомендациям по пилотированию при отказе двигателя в полете. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины «Аэродинамика и динамика полета» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебных 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.

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, 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.

Каждая лекция представляет собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы, как логически законченное целое и имеет конкретную целевую установку. Лекция показывает перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков. 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 заданий. 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. Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется для оценки уровня остаточных знаний путём проведения устных опросов, решения расчетных и ситуационных задач.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Обучающимся необходимо научиться управлять своей познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». Прежде всего, для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Принято считать, что такой метод обучения должен способствовать творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий: самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала; подготовку к устному опросу; решению расчётных и ситуационных задач.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 5 семестре. К моменту зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет 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

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 14 «Аэродинамики и динамики полёта» « 13 » марта 2023 года, протокол № 7.

Разработчик:

к.т.н. доц. ет. н.с. Акафиев И.А.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

к.т.н. доц. Анисевич Ю.В.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 14 «Аэродинамики и динамики полёта »

к.т.н., доцент

Баранов Н.Е.

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

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент

Петрова Т.В.

Петрова Т.В.

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

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