

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

Ст. преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

Н.И. Ускова
(инициалы, фамилия)
(подпись)

«21» апреля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аэродинамика и динамика полета»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей
Наименование направленности	Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Е.А. Пузий
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13
«21» апреля 2025 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доп. к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.Е. Таратун
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полета» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» направленности «Эксплуатация и испытания авиационной и космической техники». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

ОПК-4 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ аэродинамики летательных аппаратов (ЛА), анализом динамики полёта ЛА различного типа в условиях реальной атмосферы, определения положения ЛА как материальной точки (центра масс), устойчивости и управляемости ЛА на всех режимах полёта.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями изучения дисциплины «Аэродинамика и динамика полёта» являются получение обучающимися необходимых знаний и навыков связанных с:

- пониманием основных законов и положений аэродинамики и динамики полёта летательных аппаратов (ЛА) различного назначения;
- анализом физических законов движения воздуха, законов взаимодействия между воздушной средой и движущимся в ней твёрдым телом (летательным аппаратом);
- знанием лётно-технических, взлётно-посадочных и эксплуатационно-технических характеристик ЛА на различных этапах полёта, а также характеристик устойчивости и управляемости ЛА, их зависимости от различных конструктивных и эксплуатационных факторов;
- выполнением аэродинамических расчётов с использованием вычислительных средств на основе пакетов инженерных прикладных программ;
- моделированием полёта ЛА с применением современных систем автоматизированного проектирования (САПР) SolidWorks и Ansys;
- обеспечением подготовки выпускника к эксплуатационно-технологическому виду профессиональной деятельности.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов	ОПК-1.3.3 знать методы расчета и типовые расчетные модели элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость ОПК-1.3.4 знать основные эксплуатационно-технические свойства функциональных систем летательных аппаратов и авиационных двигателей ОПК-1.У.1 уметь решать прикладные задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности ОПК-1.У.2 уметь выбирать типовые расчетные модели элементов авиационных конструкций и варьируемые параметры ОПК-1.У.3 уметь оценивать основные эксплуатационно-технические свойства функциональных систем летательных аппаратов и авиационных двигателей ОПК-1.В.1 владеть методами решения прикладных задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, а также

		расчета элементов авиационных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость ОПК-1.В.2 владеть методами оценивания значений параметров физических систем и эксплуатационно-технических свойств функциональных систем летательных аппаратов и авиационных двигателей
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3.1 знать алгоритмы решения прикладных и инженерных задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Физика»,
- «Основы проектной деятельности».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Термодинамика и теплотехника»,
- «Основы технической эксплуатации летательных аппаратов и авиационных двигателей»,
- «Основы конструкции летательных аппаратов».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		

экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Вводная лекция	1				
Раздел 1. Теоретические основы аэродинамики и динамики полёта					
Тема 1.1 Основные физические величины и свойства атмосферного воздуха	4				2
Тема 1.2 Основные законы и понятия аэродинамики	4				3
Тема 1.3 Основные уравнения аэродинамики	4				3
Раздел 2. Особенности аэродинамики околозвуковых и сверхзвуковых скоростей					
Тема 2.1 Геометрические характеристики самолёта	4	4			1
Тема 2.2 Аэродинамические характеристики самолёта	4	4			3
Раздел 3. Особенности динамики полёта околозвуковых и сверхзвуковых самолётов					
Тема 3.1 Траекторные задачи динамики полёта самолёта	4	4			3
Тема 3.2 Устойчивость и управляемость самолёта	4	3			3
Тема 3.3 Аэродинамика и динамика полёта самолёта в особых случаях и в сложных условиях	4	2			3
Заключительная лекция	1				
Итого в семестре:	34	17			21
Итого	34	17	0	0	21

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
---------------	---

Раздел 1. Теоретические основы аэродинамики и динамики полёта	
Тема 1.1 Основные физические величины и свойства атмосферного воздуха	Вертикальный разрез геосфер. Состав и строение атмосферы Земли. Международная стандартная атмосфера (МСА). Химический состав атмосферного воздуха. Общая циркуляция атмосферы (ОЦА). Атмосферные течения. Струйные течения. Поле атмосферного давления и геопотенциала. Геострофический ветер. Градиентный ветер. Высотная фронтальная зона (ВФЗ). Классификация циклонов и антициклонов (Ц и А) и атмосферных фронтов (АФ). Трёхмерная термодинамическая структура Ц и А и АФ. Схема движения воздушных масс (ВМ) в Ц и А. Основные поля метеорологических величин (МВ). Формы представления основных полей МВ (аэросиноптический материал). Физико-механические свойства атмосферного воздуха.
Тема 1.2 Основные законы и понятия аэродинамики	Основные понятия аэродинамики. Основы теории подобия физических явлений. Критерии подобия в аэродинамике. Принцип обратимости движения. Гипотеза сплошности. Изображение динамики воздушного потока. Метод Эйлера. Метод Лагранжа. Пограничный слой (ПС). Ламинарный и турбулентный ПС. Отрыв ПС. Образование и распространение звуковых волн. Скорость звука. Скачки уплотнения (СУ). Парадокс Даламбера – Эйлера. Аэродинамические явления в атмосфере.
Тема 1.3 Основные уравнения аэродинамики	Характерные параметры воздушного потока и их зависимости. Зависимость параметров воздушного потока от скорости и площади поперечного сечения. Уравнение состояния идеального газа (Менделеева – Клапейрона). Физический смысл уравнения неразрывности. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли. Статическое давление и динамическое давление (скоростной напор). Уравнения Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа и их практическое применение. Параметры торможения потока газа. Особенности сверхзвуковых течений газа.
Раздел 2. Особенности аэродинамики околозвуковых и сверхзвуковых скоростей	
Тема 2.1 Геометрические характеристики самолёта	Основные требования, предъявляемые к самолёту. Основные элементы конструкции самолёта. Общее устройство самолёта. Крыло и его назначение. Механизация крыла самолёта и её типы (разновидности). Геометрические параметры профиля, крыла, фюзеляжа (тела вращения)
Тема 2.2 Аэродинамические характеристики самолёта	Аэродинамические характеристики крыла. Аэродинамические характеристики самолёта. Аэродинамические компоновки самолёта и требования к ним.

	Аэродинамические характеристики современных гражданских и военных воздушных судов (ВС). Аэродинамика несущих поверхностей при малых скоростях и числах числа Маха (М.) Физическая картина взаимодействия воздушного потока с обтекаемым телом. Понятие об аэродинамических силах, моментах и их коэффициентах. Системы координат. Режимы обтекания тел потоком вязкого газа (жидкости). Профиль в потоке несжимаемого газа, основные аэродинамические характеристики профиля. Крыло конечного размаха в потоке несжимаемого газа. Особенности аэродинамики несущих поверхностей на больших числах М. Понятие об аэродинамической интерференции частей и аэродинамической компоновке самолёта. Влияние близости земной поверхности на аэродинамические характеристики самолёта. Особенности аэродинамики перспективных ВС Гражданской авиации (ГА) и авиации Министерства обороны (МО).
Раздел 3. Особенности динамики полёта околозвуковых и сверхзвуковых самолётов	
Тема 3.1 Траекторные задачи динамики полёта самолёта	Системы координат, используемые в динамике полёта. Уравнения движения самолёта в проекциях на оси координат. Силы, действующие на самолёт в полёте. Прямолинейный полёт. Горизонтальный полёт. Влияние конфигурации ВС, величины полётной массы, режима работы двигателей, высоты полёта, температуры и давления наружного воздуха, турбулентности атмосферы на кривые потребных и располагаемых тяг (мощностей) и характеристики горизонтального полёта, набора высоты и снижения. Дальность и продолжительность полёта при наборе, снижении и в горизонтальном полёте. Криволинейный полёт. Правильный вираж (разворот). Этапы взлёта и посадки самолёта. Общая характеристика взлёта и посадки самолёта. Схема взлёта, захода на посадку и посадки самолёта.
Тема 3.2 Устойчивость и управляемость самолёта	Устойчивость и управляемость как средство обеспечения полёта по заданной программе. Роль характеристик устойчивости и управляемости в обеспечении безопасности полёта (БП) ВС. Продольная устойчивость ВС. Два типа продольного возмущенного движения: быстро развивающееся (короткопериодическое) и медленно развивающееся (длиннопериодическое) движение. Устойчивость по перегрузке и по скорости. Боковая устойчивость ВС. Силы и моменты, действующие на ВС в боковом движении. Боковые статические и динамические силы и моменты. Зависимость боковых сил и моментов от аэродинамической компоновки, конструктивных и эксплуатационных факторов. Пути уменьшения усилий на

	штурвале. Боковая управляемость ВС. Балансировочные кривые. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС.
Тема 3.3 Аэродинамика и динамика полёта самолёта в особых случаях и в сложных условиях	Особенности аэродинамики и динамики самолёта при полёте на больших углах атаки. Сваливание самолёта. Вывод самолёта из сваливания. Изменение условий работы силовой установки на больших углах атаки. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости ВС ГА при полёте на предельных скоростях и числах М. Особенности устойчивости и управляемости ВС при выходе за ограничения (всплывание элеронов, реверс элеронов, самопроизвольное кренение, затягивание в пикирование, обратная реакция по крену на отклонение руля направления, снижение эффективности рулей и т.п.). Экстренное снижение ВС. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости ВС при попадании в условия обледенения, атмосферной турбулентности, сдвига ветра, ливневых осадков. Наземное обледенение, его влияние на безопасное выполнение взлёта и посадки ВС. Особенности аэродинамики динамики ВС при попадании в спутную струю (след) за впереди летящим самолётом. Отказ двигателя самолёта, его влияние на аэродинамические характеристики ВС.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1.	Расчёт и анализ геометрических характеристик самолёта	Расчётно-аналитическая работа	4		2
2.	Расчёт и анализ аэродинамических характеристики самолёта	Расчётно-аналитическая работа	4		2
3.	Расчёт и анализ параметров установившегося и неустойчивого режимов полёта самолёта	Расчётно-аналитическая работа	4		3
4.	Расчёт и анализ устойчивости,	Расчётно-аналитическая работа	3		3

	управляемости, центровки и балансировки самолёт				
5.	Анализ аэродинамики и динамики полёта самолёта в особых случаях и в сложных условиях		2		3
Всего			17		

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	16	16
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	5	5
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	21	21

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М., 1988. («Теоретическая физика», том VI). – 734 с.	
	Мхитарян А.М. Аэродинамика. Учебник для вузов. М., Машиностроение, 1976. –	

	446 с.	
	Динамика полёта: Учеб.для вузов /Мхитарян А.М., ред. М.: Машиностроение, 1978. – 424 с.	
	Матвеев Ю.И. Траекторные задачи динамики полета гражданских воздушных судов. Л.: ОЛАГА, 1981 – 110 с.	
	Ефимов М.Г., Ципенко В.Г. Основы аэродинамики и лётно-технические характеристики воздушных судов: Учебное пособие. М.: МГТУГА, 2010. – 116 с.	
	Основы аэродинамики и динамики полёта. Часть 1. Рига: Ин-т транспорта и связи, 2010. – 105 с.	
	Матвеев Ю.И. Аэродинамика и динамика полёта. Часть. 1. Аэродинамика гражданских воздушных судов. Учебное пособие. СПб, Академия ГА, 2001 – 120 с	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://www.icao.int/	Сайт ИКАО
https://www.unjiu.org/ru/ru	Объединенная инспекционная группа (ОИГ)
https://aviaizdat.ru/icao-publications	Документы ИКАО
www.favt.ru	Официальный сайт Росавиации
Iata.org	Сайт ИАТА
https://elibrary.ru/	Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»
https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf	СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	SolidWorks и Ansys

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-03
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04а

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Состав и строение атмосферы Земли.	ОПК-1.3.3
2.	Международная стандартная атмосфера (МСА).	
3.	Атмосферные течения. Струйные течения. Поле атмосферного давления и геопотенциала.	
4.	Геострофический ветер. Градиентный ветер. Высотная фронтальная зона (ВФЗ).	
5.	Классификация циклонов и антициклонов (Ц и А) и атмосферных фронтов (АФ). Трёхмерная термодинамическая структура Ц и А и АФ. Схема движения воздушных масс (ВМ) в Ц и А.	
6.	Основные поля метеорологических величин (МВ). Формы представления основных полей МВ (аэросиноптический материал).	
7.	Физико-механические свойства атмосферного воздуха.	
8.	Основные понятия аэродинамики.	
9.	Основы теории подобия физических явлений. Критерии подобия в аэродинамике.	
10.	Принцип обратимости движения. Гипотеза сплошности.	
11.	Изображение динамики воздушного потока. Метод Эйлера. Метод Лагранжа.	ОПК-1.3.4
11.	Пограничный слой (ПС). Ламинарный и турбулентный ПС. Отрыв ПС.	

12.	Образование и распространение звуковых волн. Скорость звука.	
13.	Скачки уплотнения (СУ).	
14.	Парадокс Даламбера – Эйлера. Аэродинамические явления в атмосфере.	
15.	Характерные параметры воздушного потока и их зависимости.	
16.	Зависимость параметров воздушного потока от скорости и площади поперечного сечения.	
17.	Уравнение состояния идеального газа (Менделеева – Клапейрона).	
18.	Физический смысл уравнения неразрывности.	
19.	Уравнения Эйлера.	
20.	Интеграл Бернулли. Статическое давление и динамическое давление (скоростной напор).	
21.	Уравнения Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа и их практическое применение.	
22.	Параметры торможения потока газа. Особенности сверхзвуковых течений газа.	
23.	Основные требования, предъявляемые к самолёту. Основные элементы конструкции самолёта. Общее устройство самолёта.	
24.	Крыло и его назначение. Механизация крыла самолёта и её типы (разновидности).	
25.	Геометрические параметры профиля, крыла, фюзеляжа (тела вращения).	
26.	Аэродинамические характеристики крыла. Аэродинамические характеристики самолёта. Аэродинамические компоновки самолёта и требования к ним.	ОПК-1.У.1
27.	Аэродинамические характеристики современных гражданских и военных воздушных судов (ВС).	
28.	Аэродинамика несущих поверхностей при малых скоростях и числах числа Маха (М.) Физическая картина взаимодействия воздушного потока с обтекаемым телом.	
29.	Понятие об аэродинамических силах, моментах и их коэффициентах.	
30.	Режимы обтекания тел потоком вязкого газа (жидкости). Профиль в потоке несжимаемого газа, основные аэродинамические характеристики профиля.	
31.	Крыло конечного размаха в потоке несжимаемого газа.	
32.	Особенности аэродинамики несущих поверхностей на больших числах М.	
33.	Понятие об аэродинамической интерференции частей и аэродинамической компоновке самолёта.	
34.	Влияние близости земной поверхности на аэродинамические характеристики самолёта.	
35.	Особенности аэродинамики перспективных ВС	

	Гражданской авиации (ГА) и авиации Министерства обороны (МО).	
36.	Системы координат, используемые в динамике полёта.	ОПК-1.У.2
37.	Уравнения движения самолёта в проекциях на оси координат. Силы, действующие на самолёт в полёте.	
38.	Прямолинейный полёт. Горизонтальный полёт.	
39.	Влияние конфигурации ВС, величины полётной массы, режима работы двигателей, высоты полёта, температуры и давления наружного воздуха, турбулентности атмосферы на кривые потребных и располагаемых тяг (мощностей) и характеристики горизонтального полёта, набора высоты и снижения.	
40.	Дальность и продолжительность полёта при наборе, снижении и в горизонтальном полёте.	
41.	Криволинейный полёт. Правильный вираж (разворот).	
42.	Этапы взлёта и посадки самолёта. Общая характеристика взлёта и посадки самолёта. Схема взлёта, захода на посадку и посадки самолёта.	
43.	Устойчивость и управляемость как средство обеспечения полёта по заданной программе. Роль характеристик устойчивости и управляемости в обеспечении безопасности полёта (БП) ВС.	ОПК-1.У.3
44.	Продольная устойчивость ВС. Два типа продольного возмущенного движения: быстро развивающееся (короткопериодическое) и медленно развивающееся (длиннопериодическое) движение.	
45.	Устойчивость по перегрузке и по скорости.	
46.	Боковая устойчивость ВС. Силы и моменты, действующие на ВС в боковом движении. Боковые статические и динамические силы и моменты. Зависимость боковых сил и моментов от аэродинамической компоновки, конструктивных и эксплуатационных факторов. Пути уменьшения усилий на штурвале.	
47.	Боковая управляемость ВС. Балансировочные кривые. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС	
48.	Боковая устойчивость ВС. Силы и моменты, действующие на ВС в боковом движении. Боковые статические и динамические силы и моменты.	
49.	Зависимость боковых сил и моментов от аэродинамической компоновки, конструктивных и эксплуатационных факторов. Пути уменьшения усилий на штурвале.	
50.	Боковая управляемость ВС. Балансировочные кривые. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС.	ОПК-1.В.1
51.	Особенности аэродинамики и динамики самолёта при полёте на больших углах атаки.	
52.	Сваливание самолёта. Вывод самолёта из сваливания.	ОПК-1.В.2

	Изменение условий работы силовой установки на больших углах атаки.	
53.	Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости ВС ГА при полёте на предельных скоростях и числах М.	
54.	Особенности устойчивости и управляемости ВС при выходе за ограничения (всплывание элеронов, реверс элеронов, самопроизвольное кренение, затягивание в пикирование, обратная реакция по крену на отклонение руля направления, снижение эффективности рулей и т.п.).	
55.	Экстренное снижение ВС. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости ВС при попадании в условия обледенения, атмосферной турбулентности, сдвига ветра, ливневых осадков.	
56.	Наземное обледенение, его влияние на безопасное выполнение взлёта и посадки ВС.	ОПК-4.3.1
57.	Особенности аэродинамики и динамики ВС при попадании в спутную струю (след) за впереди летящим самолётом.	
58.	Отказ двигателя самолёта, его влияние на аэродинамические характеристики ВС	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	1. Расположите слои атмосферы Земли - стратосфера тропосфера, мезосфера, термосфера - с увеличением высоты в правильном порядке: Тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера 2. Инверсия температуры представляет собой: 1) Повышение температуры с высотой 2) Понижение температуры с высотой 3) Ровный ход температуры с высотой	ОПК-1.3.3

	4) Замедленное падение температуры с высотой 3. Высота тропопаузы в умеренных широтах в летний период в среднем составляет: 1) 5-8 км 2) 8-10 км 3) 10-12 км 4) 14-16 км 4. Какие методы используются для изображения и последующего анализа воздушного потока? (выберите все верные варианты ответа) 1) Метод Лагранжа 2) Метод Эйлера 3) Метод Даламбера – Эйлера 4) Метод Био-Савара 5. Составляющими аэродинамического подобия являются: 1) Геометрическое подобие 2) Кинематическое подобие 3) Динамическое подобие 4) Все вышеперечисленные 6. Пограничный слой (ПС) представляет собой (выберите все верные варианты ответа): 1) Слой воздуха, прилегающий к поверхности обтекаемого тела, в котором проявляются вязкие свойства 2) Слой трения воздушного потока при его взаимодействии с крылом 3) Слой испарения водяного пара с крыла 4) Слой активации аэродинамических свойств крыла 7. Видами пограничного слоя (ПС) являются: 1) Ламинарный 2) Турбулентный 3) Смешанный 4) Все вышеперечисленные 8. Толщина пограничного слоя (ПС) зависит от: 1) Вязкости и давления воздуха 2) Профиля тела и состояния его поверхности 3) Положения тела в воздушном потоке 4) Всех вышеперечисленных факторов 9. Сопоставьте термины и их определения: <table><tr><td>1. Установившийся воздушный поток представляет собой</td><td>А. Течение воздуха, в котором струйки воздуха движутся хаотично и не параллельны друг другу</td></tr><tr><td>2. Неустановившийся воздушный поток представляет собой</td><td>Б. Течение воздуха, при котором скорость потока в любой точке, а также</td></tr></table>	1. Установившийся воздушный поток представляет собой	А. Течение воздуха, в котором струйки воздуха движутся хаотично и не параллельны друг другу	2. Неустановившийся воздушный поток представляет собой	Б. Течение воздуха, при котором скорость потока в любой точке, а также	
1. Установившийся воздушный поток представляет собой	А. Течение воздуха, в котором струйки воздуха движутся хаотично и не параллельны друг другу					
2. Неустановившийся воздушный поток представляет собой	Б. Течение воздуха, при котором скорость потока в любой точке, а также					

	основные параметры (давление, температура и плотность), изменяются с течением времени	
3. Ламинарный воздушный поток представляет собой	В. Течение воздуха, при котором скорость потока в любой точке, а также основные параметры (давление, температура и плотность), не изменяются с течением времени	
4. Турбулентный воздушный поток представляет собой	Г. Течение воздуха, в котором струйки воздуха движутся в одном направлении и параллельны друг другу	
1-В; 2Б; 3-Г, 4-А 10. Звуковые волны представляют собой (выберите все верные варианты): 1) Механические колебания, которые распространяются в упругих средах (газах, жидкостях и твёрдых телах) 2) Процесс распространения звуковых колебаний с частотами $\nu=16 \text{ Гц} \div 20 \text{ кГц}$ в упругой среде (газообразной, жидкой, твёрдой) 3) Процесс распространения электромагнитных колебаний 4) Процесс распространения гравитационных колебаний		
11. Чему равна скорость звука на уровне моря при нормальных условиях стандартной атмосферы (температура $T_0=288_0 \text{ К}(+15_0\text{C})$; давление $P_0=101325 \text{ Па}$ (760 мм рт.ст. – Hg); плотность $\rho_0 = 1,225 \text{ кг/м}^3$)? 1) $a=330,25 \text{ м/с}$ 2) $a=340,28 \text{ м/с}$ 3) $a=350,78 \text{ м/с}$ 4) $a=370,43 \text{ м/с}$ 12. Скачки уплотнения (СУ) представляют собой: 1) Малые (слабые) возмущения, распространяющиеся со скоростью звука, и сопровождающиеся бесконечно малыми изменениями давления, плотности воздуха 2) Конечные (сильные) возмущения (ударные волны), возникающие при торможении сверхзвукового потока до дозвукового 3) Электромагнитные колебания 4) Гравитационные колебания 13. Идеальная жидкость (газ) представляет собой: 1) Воображаемая несжимаемая жидкость (газ) с нулевой вязкостью, в которой отсутствуют силы внутреннего трения между соседними		ОПК-1.3.4

	слоями, текущими с разными скоростями, и не оказывающая никакого сопротивления сдвигу 2) Несжимаемая жидкость (газ), плотность которой не зависит от температуры и давления, и постоянна со временем ($\rho=\text{const}$) 3) Воображаемая жидкость (сжимаемая или несжимаемая), в которой отсутствует вязкость, вследствие чего в ней нет касательных напряжений между двумя соседними слоями жидкости (газа) 4) Все вышеперечисленные определения 14. <table><tr><td>1. Уравнение состояния идеального газа</td><td>А. $\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = -\rho g - \text{grad} P$</td></tr><tr><td>2. Уравнение Эйлера для движения идеальной (несжимаемой) жидкости</td><td>Б. $pV = \frac{m}{M} RT$</td></tr><tr><td>3. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости</td><td>В. $\rho \frac{v^2}{2} + P + \rho g z = \text{const}$</td></tr></table> 1-Б; 2-А, 3-В 15. Подъёмная сила крыла возникает в результате обтекания потоком воздуха: 1) Плоской пластины 2) Каплевидного осесимметричного тела (профиля крыла) 3) Плоско-выпуклого несимметричного тела (профиля крыла) 4) Всех вышеперечисленных тел 16. Составляющими полной аэродинамической силы R являются: 1) Подъёмная сила Y 2) Сила лобового сопротивления X 3) Боковая сила (сила сноса) Z 4) Все вышеперечисленные силы 17. Сила лобового сопротивления X включает: 1) Профильное сопротивление $X_{\text{пр}}$ (сопротивление давлению $X_{\text{д}}$ +сопротивление трения $X_{\text{тр}}$) 2) Волновое сопротивление $X_{\text{вол}}$ 3) Индуктивное сопротивление $X_{\text{инд}}$ 4) Все вышеперечисленные виды сопротивления	1. Уравнение состояния идеального газа	А. $\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = -\rho g - \text{grad} P$	2. Уравнение Эйлера для движения идеальной (несжимаемой) жидкости	Б. $pV = \frac{m}{M} RT$	3. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости	В. $\rho \frac{v^2}{2} + P + \rho g z = \text{const}$	
1. Уравнение состояния идеального газа	А. $\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = -\rho g - \text{grad} P$							
2. Уравнение Эйлера для движения идеальной (несжимаемой) жидкости	Б. $pV = \frac{m}{M} RT$							
3. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости	В. $\rho \frac{v^2}{2} + P + \rho g z = \text{const}$							
	1. К основным требованиям, предъявляемым к самолёту Гражданской авиации, относятся: 1) Безопасность эксплуатации 2) Низкие эксплуатационные расходы и большой ресурс 3) Хорошая эксплуатационная технологичность и ремонтпригодность 4) Высокие экономические показатели 5) Высокие аэродинамические качества, обеспечивающие заданные лётно-технические характеристики и высокие взлётно-посадочные характеристики (ЛТХ и ВПХ)	ОПК-1.У.1						

	6) Благоприятные условия для работы экипажа и достаточный уровень комфорта для пассажиров 7) Все вышеперечисленные определения 2. К основным требованиям, предъявляемым к самолёту военного назначения, относятся: 1) Безопасность эксплуатации 2) Низкие эксплуатационные расходы и большой ресурс 3) Достаточная прочность, жёсткость, надёжность конструкции и её живучесть 4) Хорошая эксплуатационная технологичность и ремонтпригодность 5) Высокие аэродинамические качества, обеспечивающие заданные лётно-технические характеристики и высокие взлётно-посадочные характеристики (ЛТХ и ВПХ) 6) Все вышеперечисленные требования 3. Аэродинамические характеристики крыла представляет собой: 1) Зависимости коэффициентов аэродинамических сил и моментов от различных параметров, влияющих на их величину 2) Зависимости сопротивления крыла в дозвуковом и сверхзвуковом потоках 3) Зависимости механизации крыла от различных режимов полёта самолёта 4) Все вышеперечисленные зависимости 4. Средняя аэродинамическая хорда (САХ) представляет собой: 1) Хорду некоторого прямоугольного крыла, эквивалентного по площади рассматриваемому крылу произвольной формы в плане 2) Хорду такого прямоугольного крыла, которое имеет одинаковые с данным крылом площадь S, величину полной аэродинамической силы R и положение центра давления (ЦД) при равных углах атаки α 3) Корневую хорда крыла b_0 (хорду крыла в базовой плоскости самолёта) 4) Концевую хорда крыла b_k (хорду крыла в его концевом сечении) 5. Необходимым условием отрыва (срыва) потока (ПС) с верхней поверхности крыла является: 1) Наличие положительного градиента давления 2) Выход крыла на угол атаки начала срыва потока $\alpha_{н.ср}$ 3) Интенсивная тряска самолёта и увеличение сопротивления его движению 4) Все вышеперечисленные факторы 6. К способам предотвращения отрыва (срыва) потока с крыла относятся: 1) Установка аэродинамических гребней 2) Геометрическая и аэродинамическая крутка крыла 3) Применение щелевой механизации передней и задней кромок крыла	
--	--	--

	4) Все вышеперечисленные способы 7. Аэродинамическое качество крыла самолёта представляет собой: 1) Показатель аэродинамического совершенства крыла и компоновки самолёта в целом, определяемый как зависимость коэффициента подъёмной силы C_y от коэффициента лобового сопротивления C_x при данном угле атаки α: $K=Y/X=C_y/C_x$ 2) Зависимость коэффициента подъёмной силы C_y от угла атаки α 3) Зависимость коэффициента лобового сопротивления C_x от угла атаки α 4) Приращение коэффициента подъёмной силы C_y при увеличении угла атаки α на 1° 8. Полярой крыла называется: 1) График зависимости коэффициента подъёмной силы C_y от угла атаки α 2) График зависимости коэффициента лобового сопротивления C_x от угла атаки α 3) График зависимости коэффициента подъёмной силы C_y от коэффициента лобового сопротивления C_x 4) График зависимости аэродинамических коэффициентов C_y и C_x от числа Маха M при $\alpha = \text{const}$ 9. Какие характерные углы атаки можно определить по поляре крыла? 1) Угол атаки нулевой подъёмной силы α_0 2) Наивыгоднейший угол атаки $\alpha_{нав.}$ 3) Критический угол атаки $\alpha_{крит.}$ 4) Все вышеперечисленные углы атаки 10. С увеличением угла атаки и/или вогнутости профиля крыла его подъёмная сила будет: 1) Больше 2) Меньше 3) Останется неизменной 4) Станет равной нулю	
	11. Центр давления (ЦД) самолёта представляет собой: 1) Точку на продольной оси самолёта, через которую проходит линия действия полной аэродинамической силы R 2) Точку приложения полной аэродинамической силы R 3) Точку приложения равнодействующей весов всех частей самолёта 4) Точку на продольной оси самолёта, в которой приложено приращение подъёмной силы, вызванное малым изменением угла атаки α 12. Центр масс (ЦМ) (или центр тяжести (ЦТ)) самолёта представляет собой: 1) Точку на продольной оси самолёта, через которую проходит линия действия полной аэродинамической силы R 2) Точку приложения полной аэродинамической силы R	ОПК-1.У.2

	3) Точку приложения равнодействующей весов всех частей самолёта 4) Точку на продольной оси самолёта, в которой приложено приращение подъёмной силы, вызванное малым изменением угла атаки α 13. Аэродинамический фокус самолёта F по углу атаки α представляет собой: 1) Точку на продольной оси самолёта, через которую проходит линия действия полной аэродинамической силы R 2) Точку приложения полной аэродинамической силы R 3) Точку приложения равнодействующей весов всех частей самолёта 4) Точку на продольной оси самолёта, в которой приложено приращение подъёмной силы, вызванное малым изменением угла атаки α 14. В диапазоне безотрывного обтекания поляра описывается следующим уравнением: 1) $C_x = C_{x0} + C_{xi}$ 2) $C_{xi} = A C_{2y}$ 3) $C_x = C_{x0} + AC_{2y}$ 4) $C_{x0} = C_{x_{тр}} + C_{xp}$ 15. Графически поляра самолёта будет сдвинута относительно поляры крыла на величину $C_{x_{вр}}$ ($C_{x_{вр}}$ – суммарный коэффициент вредных сопротивлений самолёта (при нулевом угле подъёмной силы α_0)): 1) Вправо 2) Влево 3) Вверх 4) Вниз 16. Аэродинамическая интерференция представляет собой: 1) Взаимное влияние частей самолёта друг на друга, результатом чего является изменение поля скоростей и давлений относительно поверхности самолёта 2) Взаимное увеличение или уменьшение результирующей амплитуды двух или нескольких колебаний (когерентных волн) при их наложении друг на друга. Колебания когерентны, если разность их фаз постоянна во времени, и при сложении колебаний получается колебание той же частоты 3) Явление, возникающее при наложении двух (или более) когерентных волн и заключающееся в получении соответствующей интерференционной картины. 17. Аэродинамическая интерференция возникает вследствие взаимодействия между: 1) Крылом и фюзеляжем 2) Крылом и горизонтальным хвостовым оперением 3) Крылом и двигателями, фюзеляжем и мотогондолами двигателей 4) Всеми вышеперечисленными элементами конструкции самолёта	
--	---	--

	18. Влияние близости поверхности земли на полёт самолёта проявляется в следующем: 1) Уменьшается интенсивность концевых перетеканий (концевых вихрей) 2) Уменьшаются скосы потока за крылом 3) Уменьшается индуктивное сопротивление 4) Действуют все вышеперечисленные эффекты 19. Число Маха представляет собой отношение скорости потока V к скорости звука a, и является характеристикой (критерием): 1) Инертности 2) Вязкости 3) Сжимаемости 4) Текучести 20. Дайте определение критического числа Маха $M_{кр}$ 1) Такое число M полёта (движения невозмущенного потока), при котором на крыле возникает скорость потока, равная местной скорости звука. $M_{кр}$ отделяет диапазон больших дозвуковых скоростей от трансзвуковых. 2) Такое число M, при котором поток с достаточно большой дозвуковой скоростью, обтекая некое тело, может вблизи некоторой его точки стать сверхзвуковым. 3) Такое число M, при котором происходит срыв потока с крыла 4) Все вышеперечисленные определения	
	1. Дайте определение полёта самолёта: 1) Управляемое движение самолета в воздухе после взлета до посадки, характеризующееся траекторией, скоростью, высотой, ускорением 2) Управляемое движение самолета, состоящее из следующих этапов: взлёт, набор высоты (подъём), горизонтальный полет, вираж, снижение, посадка 3) Прямолинейное движение самолета в горизонтальной плоскости на постоянной высоте. 4) Прямолинейное движение самолета вверх или вниз по наклонной линии к горизонту 2. При аэродинамических расчётах и изучении динамики движения самолёта используется следующая система координат: 1) Связанная 2) Скоростная 3) Нормальная 4) Траекторная 5) Все вышеперечисленные 3. Для определения аэродинамических сил используется _____ система координат (вставьте пропущенное слово) Скоростная	ОПК-1.У.3

4. Для определения аэродинамических моментов (крена, рыскания и тангажа) используется _____ система координат (вставьте пропущенное слово)

Связанная

5. Для описания пространственного положения самолёта относительно поверхности Земли используется _____ система координат (вставьте пропущенное слово)

Нормальная

6. Для описания движения самолёта относительно поверхности Земли в динамике полёта используется _____ система координат (вставьте пропущенное слово)

Траекторная

7. Какое из нижеперечисленных моментов приведенных определений является неверным (некорректным)?

- 1) Аэродинамический момент относительно оси OZ называется моментом тангажа (продольным моментом); вызывается отклонением руля высоты самолёта
- 2) Аэродинамический момент относительно оси OX называется моментом крена (поперечным моментом); вызывается отклонением элеронов
- 3) Аэродинамический момент относительно оси OY называется моментом рыскания (путевым моментом), вызывается отклонением руля направления самолёта
- 4) Шарнирный момент результирующей аэродинамической силы R действует относительно оси вращения рулевой поверхности; вызывается отклонением рулевой поверхности (руля высоты)
- 5) **Все определения являются верными (корректными)**

8. Моментом тангажа (продольный момент) может быть:

- 1) **Кабрирующим, стремящимся увеличить угол тангажа**
- 2) **Пикирующим, стремящимся уменьшить угол тангажа**
- 3) Стационарным, стремящимся сохранить угол тангажа
- 4) Любым из вышеперечисленных

9. Величина управляющих моментов зависит от следующих факторов:

- 1) Площади рулевой поверхности $S_{р.п.}$ и её плеча l (расстояние до оси вращения)
- 2) Угла отклонения рулевой поверхности δ и скорости полёта V
- 3) Высоты полёта H и угла атаки и скольжения самолёта,
- 4) Стреловидности крыла (в.о., г.о.) χ и числа M полёта
- 5) Угла зависания элеронов и нахождения в области срыва потока
- 6) Жёсткости крыла (реверса элеронов)
- 7) **Всех вышеперечисленных факторов**

	10. Хвостовом оперении самолёта делится на следующие виды: 1) Вертикальное 2) Горизонтальное 3) Продольное 4) Поперечное	
	11. Прямолинейный горизонтальный полёт представляет собой движение самолёта, в котором лётчик: 1) Выдерживает постоянными высоту и направление полёта 2) Выдерживает постоянную скорость 3) Меняет направление как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях 4) Меняет скорость полёта	ОПК-1.В.1
	12. Установившимся полётом называется движение самолёта, в котором лётчик: 1) Выдерживает постоянными высоту и направление полёта 2) Выдерживает постоянную скорость 3) Меняет направление как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях 4) Меняет скорость полёта 13. Криволинейным полётом называется движение самолёта, в котором лётчик: 1) Выдерживает постоянными высоту и направление полёта 2) Выдерживает постоянную скорость 3) Меняет направление как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях 4) Меняет скорость полёта 14. Для определения основных параметров траектории криволинейного полёта самолёта необходимо знать следующие значения ускорений: 1) Продольное (тангенциальное) ускорение j_x, направленное по касательной к траектории движения, и характеризующее изменение скорости (разгон, торможение) 2) Нормальное ускорение j_y, характеризующее изменение траектории полёта в горизонтальной плоскости; 3) Боковое ускорение j_z, характеризующее изменение траектории в вертикальной плоскости 4) Все вышеперечисленные виды ускорений 15. При криволинейном полёте самолёта дополнительно возникают следующие силы: 1) Центробежная 2) Центроостремительная 3) Поперечная 4) Продольная 16. Дайте определение виража самолёта: 1) Разворот самолёта в горизонтальной плоскости на 360° с постоянным или переменным радиусом кривизны	ОПК-1.В.2

	2) Разворот самолёта в горизонтальной плоскости на 180° с постоянным или переменным радиусом кривизны 3) Криволинейный полет самолета в горизонтальной плоскости и для изменения направленности полета 4) Криволинейный полет самолета в вертикальной плоскости и для изменения направленности полета 17. Кинематическими характеристиками виража самолёта являются: 1) Радиус виража и перегрузка на вираже 2) Угол крена и угловая скорость манёвра (поворота траектории) 3) Время выполнения установившегося виража 4) Все вышеперечисленные характеристики 18. Какие из перечисленных условий соответствуют правильному (координированному) виражу: 1) Высота полёта $h=\text{const}$ и скорость полёта $V=\text{const}$ 2) Угол скольжения $\beta=0$ и угол крена $\gamma=\text{const}$ 3) Ускорение $dV/dt=0$ и угол подъёма (снижения) $\theta=0$ 4) Все перечисленные условия 19. Расположите этапы взлёта самолёта в правильном порядке: 1) Отрыв, разбег, разгон с подъёмом (набором высоты) 2) Разбег, отрыв, разгон с подъёмом (набором высоты) 3) Разгон с подъёмом (набором высоты), разбег, отрыв 4) Разгон с подъёмом (набором высоты), отрыв, разбег 20. Расположите этапы посадки самолёта – выдерживание, планирование (снижение), приземление (парашютирование), выравнивание, пробег - в правильном порядке: Планирование (снижение), выравнивание, выдерживание, приземление (парашютирование), пробег 1. Сопоставьте понятия и их определения <table><tr><td>1.«Скороподъёмность» самолёта</td><td>А. Отношение мощности двигателя (двигателей) к массе самолёта</td></tr><tr><td>2. «Тяговооружённость» самолёта</td><td>Б. Скорость набора высоты</td></tr><tr><td>3. «Энерговооружённость» самолёта</td><td>В. Отношение силы тяги двигателя (двигателей) к силе тяжести</td></tr></table> 1-Б; 2-В, 3-А	1.«Скороподъёмность» самолёта	А. Отношение мощности двигателя (двигателей) к массе самолёта	2. «Тяговооружённость» самолёта	Б. Скорость набора высоты	3. «Энерговооружённость» самолёта	В. Отношение силы тяги двигателя (двигателей) к силе тяжести	
1.«Скороподъёмность» самолёта	А. Отношение мощности двигателя (двигателей) к массе самолёта							
2. «Тяговооружённость» самолёта	Б. Скорость набора высоты							
3. «Энерговооружённость» самолёта	В. Отношение силы тяги двигателя (двигателей) к силе тяжести							
	2. Барограмма подъёма представляет собой: 1) График зависимости времени набора от высоты самолётом на режиме максимальной вертикальной скорости подъёма	ОПК-4.3.1						

	2) График изменения высоты полёта на режиме максимальной вертикальной скорости подъёма 3) График зависимости времени набора от высоты самолётом на режиме максимальной вертикальной скорости подъёма 4) График вертикальной скорости набора высоты 3. Теоретический (или статический) потолок самолёта (вертолёта) определяется как: 1) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), на которой при максимальной тяге двигателей ещё возможен установившийся горизонтальный полёт, и вертикальная скорость установившегося подъёма равна нулю; эта высота в применении к вертолётам носит название потолок висения 2) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), на которой при полёте с постоянной горизонтальной скоростью ещё присутствует избыток тяги (мощности), достаточный для выполнения подъёма с вертикальной скоростью не более 0,5 м/с 3) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), набираемая самолётом за счёт запаса кинетической энергии, на которой возможно создать скоростной напор, необходимый для сохранения управляемости самолёта (вертолёта) 4. Практический потолок самолёта (вертолёта) определяется как: 1) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), на которой при максимальной тяге двигателей ещё возможен установившийся горизонтальный полёт, и вертикальная скорость установившегося подъёма равна нулю; эта высота в применении к вертолётам носит название потолок висения 2) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), на которой при полёте с постоянной горизонтальной скоростью ещё присутствует избыток тяги (мощности), достаточный для выполнения подъёма с вертикальной скоростью не более 0,5 м/с; разница между теоретическим и практическим потолком у современных самолётов не превышает 200 м. 3) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), набираемая самолётом за счёт запаса кинетической энергии, на которой возможно создать скоростной напор, необходимый для сохранения управляемости самолёта (вертолёта) 5. Динамический потолок самолёта (вертолёта) определяется как: 1) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), на которой при максимальной тяге двигателей ещё возможен установившийся горизонтальный полёт, и вертикальная скорость установившегося подъёма равна нулю; эта высота в применении к вертолётам носит название потолок висения 2) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), на которой при полёте с постоянной горизонтальной скоростью ещё присутствует избыток тяги (мощности), достаточный для выполнения подъёма с вертикальной скоростью не более 0,5 м/с 3) Максимальная высота полёта самолёта (вертолёта), набираемая самолётом за счёт запаса кинетической энергии, на которой возможно создать скоростной напор, необходимый для	
--	--	--

сохранения управляемости самолёта (вертолёта); динамический потолок достигается при разгоне самолёта до максимальной скорости при выполнении фигуры простого пилотажа «горка» 6. К каким фигурам пилотажа относится Петля Нестерова («мёртвая» петля)? 1) Простого 2) Сложного 3) Высшего 7. Какого понятия «дальность полёта» самолёта не существует? 1) Техническая дальность 2) Теоретическая дальность 3) Практическая дальность 4) Тактическая дальность 8. Какого понятия «расход топлива» самолёта не существует? 1) Технический 2) Километровый 3) Часовой 4) Удельный 9. Какого вида эшелонирования полёта самолёта не существует? 1) Вертикальное 2) Продольное 3) Боковое 4) Поперечное 10. Управляемость самолёта представляет собой: 1) Свойство (способность) самолёта «отвечать» на отклонения аэродинамических поверхностей (рулей и элеронов) соответствующими перемещениями (эволюциями) в пространстве и изменять параметры опорного движения «в ответ» на целенаправленные действия лётчика или автоматических устройств (автопилота) 2) Свойство (способность) самолёта самостоятельно, без вмешательства пилота, сохранять заданный режим полёта и/или возвращаться к исходному режиму полёта (положению равновесия) после прекращения действия внешних возмущений (сил), вызвавших отклонение самолёта от этого режима 3) Свойство (способность) самолёта оказывать сопротивление изменению состояния покоя или прямолинейного движения 4) Свойство (способность) самолёта возвращаться на аэродром вылета после выполнения полёта 11. Устойчивость самолёта представляет собой: 1) Свойство (способность) самолёта «отвечать» на отклонения аэродинамических поверхностей (рулей и элеронов) соответствующими перемещениями (эволюциями) в пространстве и изменять параметры опорного движения «в ответ» на целенаправленные действия лётчика или автоматических устройств (автопилота)	
--	--

	2) Свойство (способность) самолёта самостоятельно, без вмешательства пилота, сохранять заданный режим полёта и/или возвращаться к исходному режиму полёта (положению равновесия) после прекращения действия внешних возмущений (сил), вызвавших отклонение самолёта от этого режима 3) Свойство (способность) самолёта оказывать сопротивление изменению состояния покоя или прямолинейного движения 4) Свойство (способность) самолёта возвращаться на аэродром вылета после выполнения полёта 12. Какого вида статической устойчивости и управляемости полёта самолёта не существует? 1) Вертикальной 2) Продольной 3) Путевой 4) Поперечной 13. Какое из определений центра давления (ЦД) самолёта является правильным (корректным)? 1) Точка пересечения равнодействующей полной аэродинамической силы R с хордой крыла 2) Точка на продольной оси самолёта, через которую проходит линия действия полной аэродинамической силы R 3) Точка приложения полной аэродинамической силы R 4) Все вышеприведенные определения 14. Какое из определений центра масс (ЦМ) (центр тяжести – ЦТ) самолёта является правильным (корректным)? 1) Точка пересечения равнодействующей полной аэродинамической силы R с хордой крыла 2) Точка на продольной оси самолёта, через которую проходит линия действия полной аэродинамической силы R 3) Точка приложения равнодействующей весов всех частей самолёта 4) Все вышеприведенные определения 15. Какое из определений аэродинамического фокуса самолёта F по углу атаки α является правильным (корректным)? 1) Точка приложения приращения подъёмной силы ΔY 2) Точка, момент тангажа относительно которой остаётся постоянным при небольших изменениях угла атаки α 3) Точка на продольной оси самолёта, в которой приложено приращение подъёмной силы, вызванное малым изменением угла атаки α. 4) Все вышеприведенные определения 16. Самолёт статически устойчив по углу атаки (перегрузке), если аэродинамический фокус F находится: 1) Позади центра тяжести (ЦТ) самолёта 2) Впереди центра тяжести (ЦТ) самолёта 3) Совпадает с центром тяжести (ЦТ) самолёта	
--	--	--

	17. Штопор самолёта представляет собой: 1) Управляемое движение самолёта по крутой нисходящей спиралевидной траектории малого радиуса в режиме пикирования 2) Управляемое движение самолёта по крутой восходящей спиралевидной траектории малого радиуса в режиме кабрирования 3) Непроизвольное движение самолёта по крутой нисходящей спиралевидной траектории малого радиуса на режиме авторытации с одновременным вращением относительно 3-х его осей – продольной, нормальной, поперечной 18. Какой вид штопора не является т.н. нормальным? 1) Крутой 2) Пологий 3) Плоский 4) Перевёрнутый	
--	--	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

презентация;

видеоролики;

видеоуроки.

1. Вводная часть лекции (вступление) предусматривает время на проверку готовности студентов к занятию (их наличие и осмотр внешнего вида, текущий контроль пройденного ранее учебного материала), а также объявление темы лекции, её целей, рекомендаций по использованию учебной литературы в часы самостоятельной работы, с указанием параграфов (страниц) и полных наименований изданий.

Вступление:

- тема лекции;

- учебные цели, которые должны быть достигнуты на лекции;

- учебные вопросы;

- учебная литература.

Контрольные вопросы по теме предыдущего занятия.

2. Основная часть лекции раскрывает учебные вопросы занятия. При необходимости следует конкретизировать учебный материал, главные (узловые) вопросы могут содержать отдельные частные вопросы.

3. В заключительной части лекции следует планировать время на формулировку основных выводов, выдачу задания студентам на самостоятельную работу, ответы на вопросы по пройденной теме и краткое подведение итогов занятия.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;

- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Расчётно-аналитическая работа согласно таблице 5

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

См. таблице 6

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Согласно требованиям, представленным на сайте ГУАП
<https://guap.ru/standart/doc>

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Согласно требованиям, представленным на сайте ГУАП
<https://guap.ru/standart/doc>

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Перекрестный опрос обучающихся по темам пройденного материала. Обучающиеся успешно продемонстрировавшие свои знания будут иметь преимущество при прохождении промежуточной аттестации.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой