

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

Кафедра №13

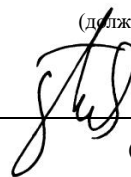
УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.К. Пономарев



(инициалы, фамилия)

(подпись)

«29»\_\_05\_\_2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Аэродинамика и динамика полёта»**

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.05.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2023 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

В.И. Тимофеев

(инициалы, фамилия)

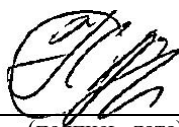
Программа одобрена на заседании кафедры №13

«29» \_\_05\_\_ 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой №13

К.Т.Н., ДОЦ.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 24.05.06(04)

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)



В.К. Пономарев

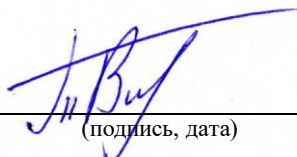
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)



В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Аэродинамика и динамика полета» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-7 «Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения»

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 4 зачётных единицы, 144 часа.

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);
- обеспечением подготовки выпускника к эксплуатационно-техническому виду профессиональной деятельности.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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-7 Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения	ОПК-7.3.1 знать математическое описание элементов и систем управления летательными аппаратами ОПК-7.У.1 уметь проводить динамические расчеты систем управления летательных аппаратов и создавать математические модели их движения ОПК-7.В.1 владеть навыками исследования динамики систем управления летательных аппаратов ОПК-7.В.2 владеть методами операционного исчисления и спектрального анализа при исследовании систем управления летательными аппаратами

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика;
- Физика;
- Теоретическая механика;
- Аналитическая механика;
- Основы теории управления;
- Информатика.

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

- Инерциальные системы навигации;
- Обработка навигационной информации;
- Системы управления летательными аппаратами;
- Моделирование приборов и систем летательных аппаратов;
- Технические средства навигации и управления движением.

## 3. Объём и трудоёмкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объём и трудоёмкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоёмкость по семестрам
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоёмкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/144	4/144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<i>Аудиторные занятия</i> , 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)	54	54
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	39	39
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экзамен	Экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по разделам и видам занятий.  
Разделы, темы дисциплины и их трудоёмкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции	ПЗ	ЛР	КП	СРС
Семестр 5					
Вводная лекция	1				1
<b>Раздел 1. Теоретические основы аэродинамики и динамики полёта</b>					
Тема 1. Основные физические величины и свойства атмосферного воздуха	4				4
Тема 2. Основные законы и понятия аэродинамики	4				4
Тема 3. Основные уравнения аэродинамики	4				5
<b>Раздел 2. Особенности аэродинамики околозвуковых и сверхзвуковых скоростей</b>					
Тема 4. Геометрические характеристики самолёта	4	2			5
Тема 5. Аэродинамические характеристики самолёта	4	3			5
<b>Раздел 3. Особенности динамики полёта околозвуковых и сверхзвуковых самолётов</b>					
Тема 6. Траекторные задачи динамики полёта самолёта	4	4			5
Тема 7. Устойчивость и управляемость самолёта	4	4			5
Тема 8. Аэродинамика и динамика полёта самолёта в особых случаях и в сложных условиях	4	4			5
Заключительная лекция	1				1
Итого в семестре:	34	17	0	0	39
Итого	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>39</b>

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
Вводная лекция	Краткий анализ структуры, содержания учебной дисциплины и рекомендации по её изучению. Аэродинамика и динамика полёта как научная и учебная дисциплина. Ретроспектива развития аэромеханики и динамики полёта. Основная рекомендуемая литература по дисциплине.
<b>Раздел 1. Теоретические основы аэродинамики и динамики полёта</b>	
Тема 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 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 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.

<b>Раздел 2. Особенности аэродинамики околозвуковых и сверхзвуковых скоростей</b>	
Тема 4. Геометрические характеристики самолёта	<p>Основные требования, предъявляемые к самолёту. Основные элементы конструкции самолёта. Общее устройство самолёта.</p> <p>Крыло и его назначение. Механизация крыла самолёта и её типы (разновидности). Геометрические параметры профиля, крыла, фюзеляжа (тела вращения).</p>
Тема 5. Аэродинамические характеристики самолёта	<p>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).</p>
<b>Раздел 3. Особенности динамики полёта околозвуковых и сверхзвуковых самолётов</b>	
Тема 6. Траекторные задачи динамики полёта самолёта	<p>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.</p>
Тема 7. Устойчивость и управляемость самолёта	<p>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</p>



	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 8. 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 и динамики ВС при попадании в спутную струю (след) за впереди летящим самолётом. Отказ двигателя самолёта, его влияние на аэродинамические характеристики ВС.
Заключительная лекция	Перспективы развития аэродинамики и динамики полёта

#### 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	Трудоёмкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 5</b>					
1	Расчёт и анализ геометрических характеристик самолёта	Расчётно-аналитическая работа	2		2
2	Расчёт и анализ аэродинамических характеристики самолёта	Расчётно-аналитическая работа	3		2

3	Расчёт и анализ параметров установившегося и неустойчивого режима полёта самолёта	Расчётно-аналитическая работа	4		3
4	Расчёт и анализ устойчивости, управляемости, центровки и балансировки самолёта	Расчётно-аналитическая работа	4		3
5	Анализ аэродинамики и динамики полёта самолёта в особых случаях и в сложных условиях	Расчётно-аналитическая работа	4		3
Всего			17		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. 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)	22	22
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	7	7
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	39	39

### 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)
629.7 А99	Аэромеханика самолета. /А.Ф. Бочкарев, В.В. Андреевский, В.М, Белонь и др. / М.:Машиностроение, 1985. 527с 629.7 А-99	38
629.7 Б18	Аэродинамика и динамика полета летательных аппаратов : учебник / В. Б. Байдаков, А. С. Клумов. - М.: Машиностроение, 1979. - 344 с. : рис., граф. - Библиогр.: с. 342	192
629.7 Б75	Системы управления летательными аппаратами учебник для вузов / В. А. Боднер. - М. : Машиностроение, 1973. - 504 с. : ил., схем. - Библиогр.: с. 499 - 500	70
533.6(ЛИАП) А18	Аэродинамика : учебное пособие / Т. Н. Авдонина ; Ленингр. ин-т авиац. приборостроения, Ленингр. электротехн. ин-т им. В. И. Ульянова (Ленина). - Л. : Изд-во ЛИАП, 1976. - 85 с.	7
629.735(ГУАП) Л52	Летательные аппараты [ : лабораторный практикум / Авт. кол. А. Д. Дорофеев, И. С. Зегжда, И. А. Любимов и др ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2000. - 54 с.	154
629.7 Р 24	Расчет летных и маневренных характеристик самолета. Методические указания к выполнению контрольных заданий. /И.С. Зегжда, В.П. С.Г. Бурлуцкий, А.М. Павлов / СПб ГУАП, 2015, 25с.	100
629.7(083) М59	Основные геометрические и аэродинамические характеристики самолетов и ракет: Справочник / В. Г. Микеладзе, В. М. Титов. - М.: Машиностроение, 1982. - 149 с.	50
629.7(ЛИАП) К88	Методика и техника летных испытаний по определению маневренных и прочностных характеристик ЛА: лекции / Г. С. Кудрявцев; Ленингр. ин-т авиац. приборостроения. - Л. : Изд-во ЛЭТИ, 1980. - 66 с.	9

## 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
<a href="https://www.icao.int/">https://www.icao.int/</a>	Сайт ИКАО
<a href="http://www.unjiu.org/ru/reports-notes/Documents/JIU_REP_2004_1_Russian.pdf">www.unjiu.org/ru/reports-notes/Documents/JIU_REP_2004_1_Russian.pdf</a>	Документы ИКАО на русском (подготовлен ИКАО)
<a href="http://www.aviadocs.net/icaodocs/">http://www.aviadocs.net/icaodocs/</a>	Документы ИКАО
<a href="http://www.favt.ru">www.favt.ru</a>	Официальный сайт Росавиации
<a href="http://Iata.org">Iata.org</a>	Сайт ИАТА
<a href="http://Avia.pro">Avia.pro</a>	Блог ИАТА
<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»

## 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
	Не предусмотрено

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)
2	Мультимедийная лекционная аудитория	1304
3	Специализированная лаборатория «Лаборатория аэродинамики»	5108

## 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 к экзамену; Экзаменационные билеты;

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

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. Международная стандартная атмосфера (МСА).	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1 ОПК-7.В.2,
2	Атмосферные течения. Струйные течения. Поле атмосферного давления и геопотенциала.	
3	Геострофический ветер. Градиентный ветер. Высотная фронтальная зона (ВФЗ).	
4	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.	
5	Основные поля метеорологических величин (МВ). Формы представления основных полей МВ (аэросиноптический материал).	
6	Физико-механические свойства атмосферного воздуха.	
7	Основные понятия аэродинамики.	
8	Основы теории подобия физических явлений. Критерии подобия в аэродинамике.	
9	Принцип обратимости движения. Гипотеза сплошности.	
10	Изображение динамики воздушного потока. Метод Эйлера. Метод Лагранжа.	
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.
27	Аэродинамические характеристики современных гражданских и военных воздушных судов (ВС).
28	Аэродинамика несущих поверхностей при малых скоростях и числах числа Маха ( $M$ ).
29	Физическая картина взаимодействия воздушного потока с обтекаемым телом.
30	Понятие об аэродинамических силах, моментах и их коэффициентах.
31	Режимы обтекания тел потоком вязкого газа (жидкости). Профиль в потоке несжимаемого газа, основные аэродинамические характеристики профиля.
32	Крыло конечного размаха в потоке несжимаемого газа.
33	Особенности аэродинамики несущих поверхностей на больших числах $M$ .
34	Понятие об аэродинамической интерференции частей и аэродинамической компоновке самолёта.
35	Влияние близости земной поверхности на аэродинамические характеристики самолёта.
36	Особенности аэродинамики перспективных ВС Гражданской авиации (ГА) и авиации Министерства обороны (МО).
37	Системы координат, используемые в динамике полёта.
38	Уравнения движения самолёта в проекциях на оси координат. Силы, действующие на самолёт в полёте.
39	Прямолинейный полёт. Горизонтальный полёт.
40	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.
41	Дальность и продолжительность полёта при наборе, снижении и в горизонтальном полёте.
42	Криволинейный полёт. Правильный вираж (разворот).
43	Этапы взлёта и посадки самолёта. Общая характеристика взлёта и посадки самолёта. Схема взлёта, захода на посадку и посадки самолёта.
44	Устойчивость и управляемость как средство обеспечения полёта по заданной программе. Роль характеристик устойчивости и управляемости в обеспечении безопасности полёта (БП) ВС.
45	Продольная устойчивость ВС. Два типа продольного возмущенного

	движения: быстро развивающееся (короткопериодическое) и медленно развивающееся (длиннопериодическое) движение.	
46	Устойчивость по перегрузке и по скорости.	
47	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.	
48	Боковая управляемость ВС. Балансировочные кривые. Пути улучшения характеристик устойчивости и управляемости современных ВС.	
49	Особенности аэродинамики и динамики самолёта при полёте на больших углах атаки.	
50	Сваливание самолёта. Вывод самолёта из сваливания. Изменение условий работы силовой установки на больших углах атаки.	
51	Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости ВС ГА при полёте на предельных скоростях и числах М.	
52	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.).	
53	Экстренное снижение ВС. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости ВС при попадании в условия обледенения, атмосферной турбулентности, сдвига ветра, ливневых осадков.	
54	Наземное обледенение, его влияние на безопасное выполнение взлёта и посадки ВС.	
55	Особенности аэродинамики и динамики ВС при попадании в спутную струю (след) за впереди летящим самолётом.	
56	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

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**

### **11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.**

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 обучающимся 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:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- описание методов и алгоритмов, применяемых в современных системах ориентации, навигации и управления летательными аппаратами;

- демонстрация примеров решения конкретных задач по теме;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

## **11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

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 обучающемуся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Практические занятия проводятся в не интерактивной форме путем решения типовых задач, связанных с аналитическими расчетами а также в интерактивной форме по моделированию систем стабилизации, навигации и управления.

Отчеты по практическим занятиям оформляются по ГОСТ 7.32-2001 издания 2008года. Титульный лист оформляется по утвержденной форме. Форма титульного листа размещена на сайте ГУАП.

### **Требования к проведению практических занятий**

При проведении практических занятий преподаватель должен придерживаться следующего плана:

- изложить суть практического занятия и методику его выполнения;
- выдать индивидуальное задание каждому студенту группы;
- контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;
- проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по 100 бальной шкале рейтинга;
- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам

### **10.3.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.

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.

### **10.4.Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине и проводится в форме экзамена с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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