

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

(подпись)

«30»\_\_08\_\_\_\_2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Основы прикладной гидро- и аэродинамики»**

(Название дисциплины)

Код направления	24.05.06
Наименование направления	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2021 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

«30»\_\_08\_\_\_\_2021 г, протокол № 1

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н., доцент

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

Н.А. Овчинникова

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.05.06(04)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

В.К. Пономарев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

В.Е. Таратун

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Основы прикладной гидро- и аэродинамики» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки студентов по направлению «24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленность «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой №13

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника профессиональных компетенций:

ПК-4 «способность на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов-ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения»,

ПК-12 «способность проводить анализ подвижных аппаратов и разрабатывать опытные образцы приборов, систем и комплексов соответствующего профиля».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с характеристикой свойств атмосферы и взаимодействия сплошной среды с движущимся летательным аппаратом, с понятием физики возникновения сил на летательном аппарате или на телах,двигающихся в жидкой среде. Дисциплина охватывает вопросы движения идеальной жидкости, решение этих дифференциальных уравнений. К этому кругу вопросов относятся понятие газодинамических функций для решения задач в каналах переменного сечения (течение в соплах) и сверхзвуковое течение с расчетом скачков уплотнения. Далее рассматривается динамика вязкой среды, теория пограничного слоя и вопросы моделирования. Рассматриваются вопросы передачи тепла в форме теплопроводности, теплопередачи от нагретого газа к телу, передача тепла излучением, методики расчета температуры тела, входящего в атмосферу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, мастер – классы, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

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

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**

Знание вопросов «Прикладной гидро и аэродинамики» считается необходимым условием приобретения знаний специалистами по системам управления аэрокосмическими объектами. Специалисты по системам управления должны знать конструкцию и аэродинамику крыла и самолета в целом, газодинамику двигателя, работу воздухозаборника, уметь оценить и сосчитать нагрузки на управляемые поверхности. Прикладная гидро - и аэродинамика - основа востребованной и быстро развивающейся аэрокосмической отрасли, самолетостроении, в вопросах управления аэрокосмическими системами.

### **1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

ПК-4 «способность на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов-ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения»:

знать – газодинамику процессов обтекания летательных аппаратов, газодинамику течений в каналах, в том числе в двигателях, условия обтекания управляющих поверхностей;

уметь – определить нагрузку на управляющие поверхности, рассчитать шарнирные моменты органов управления;

владеть навыками – анализа работы систем управления летательными аппаратами и подвижными объектами;

иметь опыт деятельности – проектирования систем управления.

ПК-12 «способность проводить анализ подвижных аппаратов и разрабатывать опытные образцы приборов, систем и комплексов соответствующего профиля»:

знать – специфику обтекания подвижных объектов;

уметь – определять нагрузки на управляющие поверхности при их обтекании;

владеть навыками – проектирования опытных образцов приборов воздушной группы;

иметь опыт деятельности – прохождение практики на предприятиях соответствующего профиля.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика: математический анализ и линейная алгебра,
- Физика,
- Теоретическая механика,
- Введение в специальность.

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

- Системы управления летательными аппаратами;
- Основы моделирования приборов и систем;
- Моделирование приборов и систем летательных аппаратов.
- Динамика полета.

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/ 108	3/ 108
<i>Из них часов практической подготовки</i>	17	17
<i>Аудиторные занятия, всего час., В том числе</i>	34	34
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	74	74
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	Зачет	Зачет

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
<b>Раздел 1</b> Основные физико-механические свойства жидкостей и газов, взаимодействующих с летательными аппаратами.	2	-			10
Тема 1.1 Определение (понятие) жидкости и газа..	1	-			5
Тема 1.2 Свойства сплошной среды, определяющие характер взаимодействия набегающего потока с обтекаемой поверхностью	1	-			5
<b>Раздел 2</b> Основы аэрогидростатики и кинематики жидкости и газа	2	2			10
Тема 2.1 Основы аэрогидростатики	1	2			5
Тема 2.2 Основы кинематики жидкости и газа	1	-			5
<b>Раздел 3</b> Основные положения динамики «идеальной» (невязкой) среды	4	2			14
Тема 3.1 Дифференциальные уравнения движения идеальной среды	1	1			5
Тема 3.2 Газодинамические функции	1	-			5
Тема 3.3 Течение газожидких сред по каналу переменного сечения	2	1			4
<b>Раздел 4</b> Основные положения динамики вязкой среды	5	5			20
Тема 4.1 Дифференциальные уравнения движения с учетом вязких сил	1	2			5

Тема 4.2 Основные положения теории тонкого сдвигового слоя и методы решения уравнений в частных производных	2	2			5
Тема 4.3 Шероховатость поверхности и ее влияние на переход к турбулентной форме течения и на сопротивление трения	1	1			5
Тема 4.4 Конечно-разностный метод решения уравнений пограничного слоя	1	-			5
<b>Раздел 5</b> Аэродинамические и термодинамические нагрузки	4	8			20
Тема 5.1 Результирующее силовое и тепловое воздействие потока на обтекаемое тело	2	4			10
Тема 5.2 Теория подобия в аэродинамике и термодинамике	1	2			5
Тема 5.3 Проблема входа ЛА в атмосферу	1	2			5
Итого в семестре:	17	17			74
Итого:	17	17	0	0	74

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<p><b>Раздел 1 Основные физико-механические свойства жидкостей и газов, взаимодействующих с летательными аппаратами</b></p> <p>Тема 1.1 Определение (понятие) жидкости и газа.</p> <p>Понятие сплошности. Критерий сплошности. Условия полета летательных аппаратов. Свойства пространства, гипотеза сплошности. Свойства атмосферы. Стандартная атмосфера. Определение сплошности среды. Критерий Кнудсена.</p> <p>Тема 1.2 Свойства сплошной среды, определяющие характер взаимодействия набегающего потока с обтекаемой поверхностью.</p>

	<p>Непрерывность функций, характеризующих пространство; дифференцируемость по координатам и времени; сжимаемость, скорость звука и ее связь со сжимаемостью среды, число <math>M</math>; вязкость текучей среды, число <math>Re</math>; законы переноса количества движения, тепла, массы; элементы термодинамики; структура течений; идеальная жидкость – простейшая модель сплошной среды.</p>
<p><b>2</b></p>	<p><b>Раздел 2 Основы аэрогидростатики и кинематики жидкости и газа</b></p> <p>Тема2.1 Основы аэрогидростатики.</p> <p>Силы, действующие в жидкости и газе. Нормальные и касательные напряжения. Свойство давлений в идеальной жидкости и в среде, находящейся в равновесии. Гидростатическое и гидродинамическое давление. Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости при наличии негравитационных массовых сил. Приложения основных положений гидростатики.</p> <p>Тема2.2 Основы кинематики жидкости и газа.</p> <p>Поле скоростей и ускорений. Линии тока и траектории. Уравнения линий тока и траектории. Трубка тока и струйка тока. Деформация газожидкого объема. Скорость объемной деформации. Дивергенция вектора скорости. Вращение элементарного объема. Вихрь вектора скорости.</p> <p>Тема2.3 Основная теорема кинематики.</p> <p>Полная производная скорости, давления, плотности, температуры по времени. Потенциальное течение. Циркуляция скорости. Связь элементарной циркуляции скорости с интенсивностью вихря. Плоский вихрь. Закон сохранения массы в дифференциальной форме и в форме постоянства расхода.</p>
<p><b>3</b></p>	<p><b>Раздел 3 Основные положения динамики «идеальной» (невязкой) среды</b></p> <p>Тема 3.1 Дифференциальные уравнения движения идеальной среды</p> <p>Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости. Граничные и начальные условия. Интеграл Бернулли для несжимаемой жидкости и газа и для сжимаемой газовой среды. Решение задач на применение интеграла Бернулли. Поперечное обтекание цилиндра средой без учета вязкости. Коэффициент давления. Подход Жуковского к определению подъемной силы профиля крыла. Связь циркуляции скорости с подъемной силой крыла. Коэффициент подъемной силы пластинки под углом атаки. Решение задач.</p> <p>Тема 3.2 Газодинамические функции.</p> <p>Зависимость давления, плотности и температуры газа в потоке от скорости течения. Газодинамические функции. Максимальные и критические параметры взаимодействия потока с поверхностью тела. Задачи на определение теплового и динамического нагружения поверхности</p> <p>Тема 3.3 Течение газо-жидких сред по каналу переменного сечения.</p> <p>Связь относительного изменения скорости течения с площадью поперечного сечения канала (уравнение Гюгонио); следствия из</p>

	<p>уравнения Гюгонио. Сверхзвуковое сопло; возможные режимы течения. Газодинамический расчет сопла. О характере распространения слабых и сильных возмущений. Плоская ударная волна и скачок уплотнения. Поведение параметров газа на прямом и косом скачках уплотнения. Коэффициент подъемной силы пластинки в сверхзвуковом потоке. Решение задач о прохождении газа через скачки уплотнения.</p>
<p><b>4</b></p>	<p><b>Раздел 4 Основные положения динамики вязкой среды</b></p> <p>Тема 4.1 Дифференциальные уравнения движения с учетом вязких сил.</p> <p>Дифференциальные уравнения движения с учетом вязких сил (уравнения Навье-Стокса). Первый закон термодинамики. Уравнение энергии. Граничные и начальные условия. Общие положения о переносе тепла теплопроводностью и конвекцией. Теплопроводность, теплоотдача и теплопередача. Теплообмен излучением. Уравнение энергии. Краевые условия. Анализ размерностей в механике сплошных сред. Метод обобщенных переменных. Теплопроводность при стационарном и нестационарном режиме.</p> <p>Тема 4.2 Основные положения теории тонкого сдвигового слоя и методы решения уравнений в частных производных.</p> <p>Упрощение уравнений движения вязкой среды в приближении пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой на пластине. Турбулентность и осреднение параметров среды в турбулентных течениях. Уравнения динамики вязкой среды в форме Рейнольдса.. Современные понятия о структуре турбулентного пограничного слоя. Замыкание уравнений турбулентного движения. Исследования теплопередачи методами теории пограничного слоя.</p> <p>Тема 4.3 Шероховатость поверхности и ее влияние на переход к турбулентной форме течения и на сопротивление трения.</p> <p>Современные понятия о допустимой шероховатости поверхности крыла и фюзеляжа самолета. Переход к турбулентной форме течения. Полуэмпирические подходы к расчету сопротивления трения в турбулентных пограничных слоях.</p> <p>Тема 4.4 Конечно-разностный метод решения уравнений пограничного слоя.</p> <p>Математическая классификация уравнений в частных производных. Производная функции в конечно-разностном виде. Методы построения конечно-разностных схем. Примеры представления в конечно-разностном виде уравнений гидродинамики и теплопроводности: определение температуры стенки и теплового потока в стенку. Метод прогонки, и его применение к решению уравнений пограничного слоя.</p>
<p><b>5</b></p>	<p><b>Раздел 5 Аэродинамические и термодинамические нагрузки</b></p> <p>Тема 5.1 Результирующее силовое и тепловое воздействие потока на обтекаемое тело.</p> <p>Скоростная и связанная системы координат. Составляющие аэродинамической силы и аэродинамического момента. Слагаемые силы лобового сопротивления: сопротивление давления и</p>

	<p>трения, индуктивное, волновое, интерференционное. Современные и перспективные направления снижения вредного сопротивления. Методы снижения тепловых нагрузок. Теплообменные аппараты. Влияние сжимаемости среды на аэродинамические характеристики. Управление аэродинамическими силами и моментами.</p> <p>Тема 5.2 Теория подобия в аэродинамике и термодинамике.</p> <p>Критерии, характеризующие условия обтекания. Задача о моделировании движения летательного аппарата в аэродинамических установках. Экспериментальное исследование теплопередачи.</p> <p>Тема 5.3 Проблема входа ЛА в атмосферу.</p> <p>Параметры орбиты. Формы спускаемых аппаратов. Траектории спуска, перегрузки. Аэродинамический нагрев. Способы защиты от нагрева. Массоунос. Определение равновесной температуры стенки ЛА.</p>
--	--

### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п / п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Расчет сопротивления трения модели крыла самолета	Аудиторные занятия. Решение задач	4	4
2	Расчет летных характеристик самолета	Аудиторные занятия. Решение задач	6	5
3	Силовое воздействие на ЛА	Аудиторные занятия. Решение задач	2	5
4	Расчет длины разбега самолета	Аудиторные занятия. Решение задач	2	2
5	Методика определения ветровых нагрузок	Аудиторные занятия. Решение задач	3	3
Всего:			17	

### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

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

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	74	74
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	24	24
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 8-10.

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

#### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
	<a href="http://storage.mstuca.ru/handle/123456789/6742">Кубланов М.С. Гидрогазодинамика: учебное пособие.2013г. http://storage.mstuca.ru/handle/123456789/6742</a>	
	Жуков, Н.П. Гидрогазодинамика : учебное пособие / Н.П. Жуков. –Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 92с. <a href="http://tstu.ru&gt;book/elib/pdf/2011/ghukov-a.pdf">tstu.ru&gt;book/elib/pdf/2011/ghukov-a.pdf</a>	

<b>532 Д 27</b>	Дейч М. Е. Газодинамика [Текст] : учебное пособие / М. Е. Дейч, А. Е. Зарянкин. - М. : Энергоатомиздат, 1984. - 384 с. : ил. - Библиогр.: с. 377. - Б. ц. <a href="http://ph4s.ru">ph4s.ru</a> > <a href="#">Гидрогазодинамика</a>	1
<b>532 М48</b>	Мельников А. П. Курс газогидродинамики [Текст] : основы газодинамики, гидравлики и аэродинамики летательных аппаратов: учебник / А. П. Мельников, И. А. Сычев, Н. Ф. Филиппов. - Л. : Изд-во ЛВИКА им. А. Ф. Можайского, 1968. - 746 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 739.	22
<b>Л72</b>	Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа : учебник для вузов [Текст] / Л. Г. Лойцянский. - 5-е изд., перераб. - М. : Наука, 1978. 2003. - 736 с <a href="http://ph4s.ru">ph4s.ru</a> > <a href="#">Гидрогазодинамика</a>	1
	Жуков, Н.П. Газодинамика : учебное пособие / Н.П. Жуков. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 92с. <a href="http://tstu.ru/book/elib/pdf/2011/ghukov-a.pdf">tstu.ru</a> > <a href="http://book/elib/pdf/2011/ghukov-a.pdf">book/elib/pdf/2011/ghukov-a.pdf</a>	
	<a href="#">Кубланов М.С.</a> Газодинамика: учебное пособие. 2013г. <a href="http://storage.mstuca.ru/handle/123456789/6742">http://storage.mstuca.ru/handle/123456789/6742</a>	

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
<b>533.6 Г49</b>	Гинзбург И. П. Аэрогазодинамика : Краткий курс [Текст] : учебное пособие для вузов / И. П. Гинзбург. - М. : Высш. шк., 1966. - 404 с. : ил., граф., табл. - Библиогр. в конце гл. - 0.94 р.	4
<b>532 В15</b>	Валландер С. В. Лекции по гидроаэромеханике : учебное пособие / С. В. Валландер ; Ленингр. гос. ун-т им. А. А. Жданова. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1978. - 295 с. <a href="http://padabum.com/d.php?id=5662">padabum.com</a> > <a href="http://d.php?id=5662">d.php?id=5662</a>	2

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	13-03
3	Специализированная лаборатория «Лаборатория аэродинамики и динамики полета». Аэродинамическая труба.	51-08

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПК-4 «способность на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательных и подвижных аппаратов различного назначения как объектов-ориентации, стабилизации и навигации и создавать их математические модели движения, позволяющие прогнозировать тенденцию развития их как объектов управления и тактики их применения»	
5	Основы прикладной гидро- и аэродинамики
5	Аэромеханика
6	Теория гироскопов и гиростабилизаторов
7	Цифровые системы управления и обработки информации
7	Системы управления летательными аппаратами
8	Системы управления летательными аппаратами
8	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
9	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
9	Системы управления летательными аппаратами
ПК-12 «способность проводить анализ подвижных аппаратов и разрабатывать опытные образцы приборов, систем и комплексов соответствующего профиля»	
3	Электротехника
4	Электротехника
5	Аэромеханика
5	Основы конструирования приборов
5	Основы прикладной гидро- и аэродинамики
6	Динамика полета
7	Системы управления летательными аппаратами
8	Системы управления летательными аппаратами
8	Производственная (конструкторская) практика
9	Системы управления летательными аппаратами
10	Производственная преддипломная практика

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно-рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100-балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы,

		<p>тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
$70 \leq K \leq 84$	«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>
$55 \leq K \leq 69$	«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>
$K \leq 54$	«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>

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

##### 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1	Свойства газо – жидких сред.
2	Идеальная среда как модель невязких течений.
3	Уравнения Эйлера движения идеальных сред.
4	Уравнения гидростатики, его применение при решении задач по нагрузкам на подводные объекты. Стандартная атмосфера
5	Обтекание пластины. Сопротивление трения элемента крыла самолета.

6	Обтекание затупленных тел. Экспериментальное определение сопротивления давления. Понятие о пограничном слое – источнике сопротивления трения. Влияние шероховатости на сопротивление трения.
7	Ветровые нагрузки на промышленные объекты.
8	Аэродинамика крыла самолета. Аэродинамические характеристики крыла самолета. Влияние Удлинения крыла на АДХ.
9	Летные характеристики самолета. Возможность полета на заданной высоте. Понятие о потребной и располагаемой тяге.
10	Формула Жуковского о подъемной силе крыла.
11	Газодинамические формулы для расчета твердотопливного двигателя. Критические параметры.
12	Скачки уплотнения. Изменения параметров газа при переходе через скачки.
13	Тепловые нагрузки. Передача тепла теплопроводностью, посредством теплопередачи, излучения и радиации

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Уравнение гидростатики
2	Коэффициент сопротивления трения пластины
3	Коэффициент сопротивления давления
4	Аэродинамические характеристики
5	Летные характеристики
6	Газодинамические формулы
7	Скачки уплотнения и тепловые нагрузки

## 5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Нагрузка на погруженное в жидкость тело.
2	Определение сопротивления трения. Практические шаги.
3	Определение сопротивления давления. Практические шаги.
4	Ветровые нагрузки на городские объекты. Трубы, рекламные щиты.
5	Расчет тепловых нагрузок на спускаемый аппарат. Методика.

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**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, приходиться 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:

- Тема занятия;
- Введение в тему;
- Формулировка вопроса;
- Выводы
- Краткое резюме по материалу лекции.

### **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.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

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

Титульный лист, Тема, Цель работы Исходные данные. Рабочие формулы. Результаты расчетов. Выводы.

В практических занятиях использовать материалы:

1. И.С.Зегжда, С.Г.Бурлуцкий, А.М.Павлов. Расчет летных и маневренных характеристик.СПБ, ГУАП, 2015.
2. И.С. Зегжда и др. Летательные аппараты. Лабораторный практикум. СПб,ГУАП 2009.

### **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 для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине в форме зачета дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы 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