

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Первый  
проректор-проректор по  
учебной работе  
Н.Н.Сухих



«14» февраля 2018 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Гидрогазодинамика**

Направление подготовки (специальность)  
**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения**

Направленность программы (специализация)  
**Организация технического обслуживания и ремонта  
воздушных судов**

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2018

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
источников, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения (ОК-6)	их решения. Владеть: - навыками восприятия, анализа, систематизации и синтеза информации, полученной из источников, касающихся вопросов гидрогазодинамики, постановке целей и выбору путей их решения.
Способность находить решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность (ОК-9)	Знать: - основные законы гидрогазодинамики. Уметь: - находить пути решения нестандартных теоретических и практических задач, используя основные законы гидрогазодинамики. Владеть: - методами нахождения путей решения нестандартных теоретических и практических задач, используя основные законы гидрогазодинамики.
Способность к работе в многонациональном коллективе, в том числе и над междисциплинарными, инновационными проектами (ПК-8)	Знать: - основные законы гидрогазодинамики. Уметь: - работать в многонациональном коллективе, в том числе и над междисциплинарными, инновационными проектами, связанными с проблемами гидрогазодинамики. Владеть: - навыками работы в многонациональном коллективе, в том числе и над междисциплинарными, инновационными проектами, связанными с проблемами гидрогазодинамики.
Способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования	Знать: - основные законы гидрогазодинамики. Уметь: - понимать сущность и значение информации, связанной с вопросами гидрогазодинамики в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ПК-14)	Владеть: - навыками соблюдения требований информационной безопасности в сфере гидрогазодинамики, в том числе защиты государственной тайны.
Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ПК-21)	Знать: - основные законы гидрогазодинамики. Уметь: -использовать основные законы гидрогазодинамики в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. Владеть: - навыками использования основных законов гидрогазодинамики в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
Способность и готовность эксплуатировать воздушные суда, силовые установки и системы воздушных судов, включая радио - и электросветотехническое оборудование, системы автоматики и управления и бортовое аварийно-спасательное оборудование, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов (ПК-56)	Знать: - основные законы гидрогазодинамики. Уметь: - эксплуатировать воздушные суда, силовые установки и системы воздушных судов, использующих принципы гидрогазодинамики, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов. Владеть: - навыками эксплуатации воздушных судов, силовых установок и систем воздушных судов, использующих принципы гидрогазодинамики, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры
		7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	28,5	28,5
лекции	14	14
практические занятия	14	14
семинары		
лабораторные работы		
курсовой проект (работа)		
другие виды аудиторных занятий.		
Самостоятельная работа студента	62	62
Промежуточная аттестация	18	18
контактная работа	0,5	0,5
самостоятельная работа по подготовке к зачёту с оценкой	17,5	17,5

## 5 Содержание дисциплины

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

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	КОМПЕТЕНЦИИ						Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-6	ОК-9	ПК-8	ПК-14	ПК-21	ПК-56		
Тема 1. Гидростатика	14	+		+	+	+	+	ВК, ИЛ, ПЗ, СРС, ИТ	У
Тема 2. Кинематика жидкости и газа	20	+	+	+	+	+	+	ИЛ, ПЗ, СРС, ИТ	У
Тема 3. Основные уравнения динамики жидкости и газа	14	+	+	+	+	+		ИЛ, ПЗ, СРС, ИТ	У

ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ	КОЛИЧЕСТВ О ЧАСОВ	КОМПЕТЕНЦИИ						Образова тельные технолог ии	Оценочные средства
		ОК-6	ОК-9	ПК-8	ПК-14	ПК-21	ПК-56		
Тема 4. Сверхзвуковое течение газа	14		+	+	+			ИЛ, ПЗ, СРС, ИТ	У
Тема 5. Основы теории пограничного слоя	14	+	+	+	+			ИЛ, ПЗ, СРС, ИТ	У
Тема 6. Турбулентные течения	14	+	+	+	+			Л, ПЗ, СРС, ИТ	У
Итого по дисциплине	90								
Промежуточная аттестация	18								
Всего по дисциплине	108								

Сокращения: Л – лекция, ИЛ - интерактивная лекция, ПЗ - практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос, ИТ -ИТметоды.

### 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СР	КР	Всего часов
Тема 1. Гидростатика	2	2			10		14
Тема 2. Кинематика жидкости и газа	4	4			12		20
Тема 3. Основные уравнения динамики жидкости и газа	2	2			10		14
Тема 4. Сверхзвуковое течение газа	2	2			10		14
Тема 5. Основы теории пограничного слоя	2	2			10		14
Тема 6. Турбулентные течения	2	2			10		14
Итого по дисциплине	14	14			62		90
Промежуточная аттестация							18
Всего по дисциплине							108

### 5.3 Содержание дисциплины

## **Тема 1. Гидростатика**

Основные физические свойства жидкостей и газов. Молекулярная структура и особенности жидкого и газообразного состояния среды. Объемные свойства жидкостей и газов. Основное уравнение гидростатики. Равновесие несжимаемой жидкости в поле силы тяжести. Равновесие несжимаемой жидкости в сообщающихся сосудах. Силы давления покоящейся жидкости на плоские поверхности. Закон Архимеда. Плавание тел. Остойчивость плавающих сил. Равновесие газа в поле силы тяжести.

## **Тема 2. Кинематика жидкости и газа**

Вязкость капельных жидкостей и газов. Сжимаемость газов. Скорость звука. Поверхностное натяжение жидкостей. Кипение жидкостей. Кавитация. Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения сплошной среды. Линия тока, трубка тока, струйка. Вихревое течение жидкости. Напряжение вихревого жгута. Теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости. Теорема Стокса. Формула Био-Савара. Понятие о потенциальном течении. Функция тока. Плоские потенциальные течения. Уравнение неразрывности.

## **Тема 3. Основные уравнения динамики жидкости и газа**

Уравнения движения, как математическая форма записи основных законов сохранения применительно к потоку жидкости или газа. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа. Уравнение энергии. Уравнения Навье - Стокса.

## **Тема 4. Сверхзвуковое течение газа**

Параметры торможения газового потока. Характерные скорости газового потока. Уравнение Гюгонио. Сопло Лавалья. Распространение слабых возмущений в сверхзвуковом потоке. Обтекание углов плоскопараллельным сверхзвуковым потоком. Основные соотношения для прямого скачка уплотнения. Давление в критической точке за прямым скачком. Косые скачки уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком клина и конуса. Сверхзвуковые воздухозаборники авиационных газотурбинных двигателей.

## **Тема 5. Основы теории пограничного слоя**

Общие сведения о течении вязкой жидкости. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Понятие о пограничном слое. Интегральное соотношение для установившегося течения в пограничном слое несжимаемой жидкости. Смешанный пограничный слой на плоской пластине. Сопротивление трения. Отрыв пограничного слоя.

## **Тема 6. Турбулентные течения**

Переход ламинарного движения в турбулентное. Кризис сопротивления плохообтекаемых тел. Уравнение Рейнольдса осреднённого турбулентного движения. Формула Прандтля турбулентного трения. Логарифмические и степенные формулы скоростей и сопротивления гладких труб. Турбулентное течение в шероховатых трубах.

#### 5.4 Практические занятия (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
1.	Практическое занятие №1. Физико-механические свойства жидкостей и газов.	2
2.	Практическое занятие №2. Потенциальное течение жидкости.	2
2.	Практическое занятие №3. Вихревое течение жидкости.	2
3.	Практическое занятие №4. Уравнение Навье-Стокса	2
4.	Практическое занятие №5. Уравнение Гюгонио	2
5.	Практическое занятие №6. Расчёт точки перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный.	2
6.	Практическое занятие №7. Уравнение Рейнольдса	2
Всего по дисциплине		14

#### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

#### 5.6. Самостоятельная работа

№ раздела, темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1.	Самостоятельное изучение темы 1 [3], 2.16-2.18, [1,2,4-10]. Подготовка к устному опросу.	10
2.	Самостоятельное изучение темы 2	12

	[3], гл. 1,[1,2,4-10]. Подготовка к устному опросу.	
3.	Самостоятельное изучение темы 3 [3], гл. 2, 10,[1,2,4-10]. Подготовка к устному опросу.	10
4.	Самостоятельное изучение темы 4 [3], гл. 3,[1,2,4-10]. Подготовка к устному опросу.	10
5.	Самостоятельное изучение темы 5 [3], гл. 8,[1,2,4-10]. Подготовка к устному опросу.	10
6.	Самостоятельное изучение темы 5 [3], гл. 9,[1,2,4-10]. Подготовка к устному опросу.	10
Всего по дисциплине		62

### 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) основная литература:

1. Куликов, А.А. **Гидрогазодинамика**: учебное пособие по дисциплине «Гидрогазодинамика» [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Куликов, И.В. Иванова, И.Н. Дюкова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург :СПбГЛТУ, 2015. —64 с. — ISBN:978-5-9239-0760-5. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68444>, свободный (дата обращения 10.12.2017).

2. Ландау, Л.Д. **Теоретическая физика. Т.6 Гидродинамика** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва :Физматлит, 2011. — 736 с. — ISBN:978-5-9221-1303-8/ Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2232>, свободный (дата обращения 10.12.2017).

#### б) дополнительная литература:

3. Лойтянский, Л. Г. **Механика жидкости и газа** [Текст]. М.: Дрофа, 2003–840 с. - ISBN: 5-7107-6327-6. Количество экземпляров -250.

4. Давыдова, М.А. **Лекции по гидродинамике** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва :Физматлит, 2011. — 216 с. — ISBN: 978-5-9221-1303-8. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5264>, свободный (дата обращения 10.12.2017).

5. Корабельников, Д.В., Ханефт, А.В. **Основы механики сплошных сред в примерах и задачах: учебное пособие. Ч. 1: Гидродинамика** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Кемерово :КемГУ, 2011. — 102 с. - ISBN: 978-5-8353-1135-4 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30150>, свободный (дата обращения 10.12.2017).



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

6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный(дата обращения 10.12.2017).

7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>, свободный(дата обращения 10.12.2017).

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

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

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

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

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютерный класс кафедры. Ауд.254.
2. Средства для компьютерной презентации учебных материалов в аудиториях кафедры.

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows XP Prof, x64 Ed, Microsoft Windows Office Standard 2007.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

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

При изучении дисциплины используются как традиционные лекции, так и интерактивные лекции.

Традиционная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для изучения конструкции и технической эксплуатации систем воздушных судов и авиационных двигателей. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, с использованием IT - технологий, которое сопровождается

одновременной демонстрацией слайдов, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы.

По темам 1-5 проводятся интерактивные лекции в форме проблемных лекций в общем количестве 12 часов. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает: создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению; мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез; проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их подтверждения; формулировку выводов; подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего материала; вопросы для обратной связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции.

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

**Самостоятельная работа студента** проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе [1,2].

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины 108 часов; 3 зачетные единицы. Вид итогового контроля: 7 семестр – зачёт с оценкой.

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		минимальное значение	максимальное значение		
<b>Обязательные виды занятий</b>					
<i>Аудиторные занятия</i>					
1	Практическое занятие 1	6	10	1	
2	Практическое занятие 2	6	10	2	

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		минимальное значение	максимальное значение		
3	Практическое занятие 3	6	10	3	
4	Практическое занятие 4	6	10	4	
5	Практическое занятие 5	7	10	5	
6	Практическое занятие 6	7	10	6	
7	Практическое занятие 7	7	10	7	
<b>Итого баллов по текущему контролю</b>		<b>45</b>	<b>70</b>		
<b>Зачёт</b>		<b>15</b>	<b>30</b>		
<b>Итого баллов</b>		<b>60</b>	<b>100</b>		
<b>Перевод балльно-рейтинговой системы в зачетную оценку</b>					
<b>Количество баллов по балльно-рейтинговой оценке</b>		<b>Результат сдачи зачёта с оценкой</b>			
90 - 100		5 (отлично)			
75 - 89		4 (хорошо)			
60 - 74		3 (удовлетворительно)			
Менее 60		2 (неудовлетворительно)			

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

**Устный опрос:** предназначен для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимся по мере изучения дисциплины.

**Зачет с оценкой:** промежуточный контроль, оценивающий уровень освоения компетенций за семестр и за весь период изучения дисциплины.

По итогам освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета с оценкой и предполагает устный ответ студента по билетам на теоретические вопросы из перечня. К зачету с оценкой допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы. Зачет с оценкой принимается преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедрой, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

Зачет с оценкой является заключительным этапом изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций ОК-6; ОК-9; ПК-8; ПК-14; ПК-21; ПК-56.

Во время подготовки студенты могут пользоваться материальным обеспечением зачета с оценкой, перечень которого утверждается заведующим кафедрой.

Зачет с оценкой проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины, изученного студентами в 7 семестре, по билетам в устной форме в специально подготовленных учебных классах. Перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой, обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются заведующим кафедрой. Предварительное ознакомление студентов с билетами запрещается. Экзаменационные билеты содержат два вопроса по теоретической части дисциплины.

Экзаменатор кратко напоминает студентам порядок проведения зачета с оценкой, требования к объему и методике изложения материала по вопросам билетов и т.д. После чего часть студентов вызываются для сдачи зачета с оценкой, остальные студенты располагаются в другой аудитории.

Вызванный студент - после доклада о прибытии для сдачи зачета с оценкой, представляет экзаменатору свою зачетную книжку, берет билет, получает чистые листы для записей и после разрешения садится за рабочий стол для подготовки. На подготовку к ответу студенту предоставляется до 30 минут. Общее время подготовки и ответа не должно превышать одного часа. В учебном классе, где принимается зачет, могут одновременно находиться студенты из расчета не более четырех на одного экзаменатора.

По готовности к ответу или по вызову экзаменатора студент отвечает на вопросы билета у доски. После ответа студента экзаменатор имеет право задать ему дополнительные вопросы в объеме учебной программы.

В итоге проведенного зачета студенту выставляется оценка. Экзаменатор несет личную ответственность за правильность выставленной оценки и оформления зачетной ведомости и зачетной книжки.

Баллы, начисляемые на практических занятиях:

1. Посещение занятия – 2 балла.
2. Активная работа на занятии – 4 балла.
3. Оценка за ответ (устный опрос) – правильный ответ – 4 балла (в зависимости от сложности вопроса), неточный ответ – 3 балла, 1 балл – неполный ответ при наводящих вопросах.

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

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

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

Математика:

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

Физика:

6. Основные понятия кинематики поступательного движения: скорость, ускорение, траектория, путь, центр масс. Системы координат.
7. Вращательное движение. Центроостремительное (нормальное) ускорение, угловая скорость, угловое ускорение, радиус кривизны.
8. Динамика. Материальная точка. Сила. Масса. Импульс. Инерциальные системы отсчёта. Законы Ньютона.
9. II-ой закон Ньютона. Закон сохранения импульса.
10. Работа. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии.
11. Изопроцессы. Законы идеальных газов
12. Адиабатический процесс. Формула Пуассона. Работа в изо- и адиабатических процессах.

Гидравлика.

13. Уравнение неразрывности.
14. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости.
15. Понятие пограничного слоя.
16. Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкости.

#### **9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для балльно-рейтинговой оценки**

Формулировка осваиваемой части компетенции	Этапы формирования компетенции	Показатели (на что направлена (в чем выражается)	Критерии (как (чем) оценивается способность)
--	--------------------------------	--	--

		определенная способность)	
Способность к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации и синтезу информации, полученной из разных источников, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения (ОК-6)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы гидрогазодинамики.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспринимать, анализировать, систематизировать и синтезировать информацию, полученную из источников, касающихся вопросов гидрогазодинамики, ставить цели и находить пути их решения.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками восприятия, анализа, систематизации и синтеза информации, полученной из источников, касающихся вопросов гидрогазодинамики.</li> </ul>	<p>Понимает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- место гидрогазодинамики в восприятии, анализе, критическом осмыслении, систематизации и синтезу информации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения.</li> </ul> <p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы гидрогазодинамики в восприятии, анализе, критическом осмыслении, систематизации и синтезу информации, прогнозированию, постановке целей и выборе путей их достижения.</li> </ul> <p>Анализирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- влияние гидрогазодинамики на восприятие, анализ, критическое осмысление, систематизацию и синтез</li> </ul>	<p>Описывает и оценивает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы гидрогазодинамики.</li> </ul> <p>Демонстрирует знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методов гидрогазодинамики в восприятии, анализе, критическом осмыслении, систематизации и синтезу информации, прогнозировании, постановке целей и выборе путей их достижения.</li> </ul> <p>Даёт оценку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- влиянию гидрогазодинамики на восприятие, анализ, критическое осмысление, систематизацию и синтез</li> </ul>

	ки, постановке целей и выбору путей их решения.	информации, прогнозирование, постановку целей и выбор путей их достижения.	информации, прогнозирование, постановку целей и выбор путей их достижения.
Способность находить решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность (ОК-9)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы гидрогазодинамики.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить пути решения нестандартных теоретических и практических задач, используя основные законы гидрогазодинамики.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами нахождения путей решения нестандартных теоретических и практических задач, используя основные законы гидрогазодинамики.</li> </ul>	<p>Понимает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- место гидрогазодинамики при нахождении решения в нестандартных ситуациях.</li> </ul> <p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы гидрогазодинамики для нахождения решения в нестандартных ситуациях.</li> </ul> <p>Анализирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- различные методы гидрогазодинамики, позволяющие находить решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</li> </ul>	<p>Описывает и оценивает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы гидрогазодинамики при нахождении решения в нестандартных ситуациях.</li> </ul> <p>Демонстрирует знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методов гидрогазодинамики, позволяющих находить решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</li> </ul> <p>Даёт оценку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методам гидрогазодинамики, позволяющим находить решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</li> </ul>
Способность к работе в многонациональном коллективе, в том числе и над	Знать: - основные законы гидрогазодинамики.	Понимает: - значение гидрогазодинамики для работы в многонациональном	Описывает и оценивает: - основные законы гидрогазодинамики

<p>междисциплинарными, инновационными проектами (ПК-8)</p>	<p>Уметь: - работать в многонациональном коллективе, в том числе и над междисциплинарными, инновационными проектами, связанными с проблемами гидрогазодинамики.</p> <p>Владеть: - навыками работы в многонациональном коллективе, в том числе и над междисциплинарными, инновационными проектами, связанными с проблемами гидрогазодинамики.</p>	<p>ом коллективе, в том числе и над междисциплинарными, инновационными проектами.</p> <p>Применяет: - основные законы гидрогазодинамики для работы над междисциплинарными, инновационными проектами.</p> <p>Анализирует: - методы теоретического исследования в гидрогазодинамике, необходимые для работы над междисциплинарными, инновационными проектами.</p>	<p>ки, как средство для работ в многонациональном коллективе, в том числе и над междисциплинарными, инновационными проектами.</p> <p>Демонстрирует знание: - основных законов гидрогазодинамики, необходимых для работы над междисциплинарными, инновационными проектами.</p> <p>Даёт оценку: - методам гидрогазодинамики, необходимым для работы над междисциплинарными, инновационными проектами.</p>
<p>Способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационног</p>	<p>Знать: - основные законы гидрогазодинамики.</p>	<p>Понимает: - значение основных законов гидрогазодинамики для понимания сущности и значения информации в</p>	<p>Описывает и оценивает: - значение основных законов гидрогазодинамики для понимания сущности и значения</p>



<p>о общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ПК-14)</p>	<p>Уметь: -понимать сущность и значение информации, связанной с вопросами гидрогазодинамики в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.</p> <p>Владеть: - навыками соблюдения требований информационной безопасности в сфере гидрогазодинамики, в том числе защиты государственной тайны.</p>	<p>развитии современного информационного общества.</p> <p>Применяет: - основные законы гидрогазодинамики для решения теоретических и практических задач, соблюдая основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.</p> <p>Анализирует: - методы теоретического исследования в гидрогазодинамике, необходимые для решения задач, с соблюдением основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной</p>	<p>информации в развитии современного информационного общества.</p> <p>Демонстрирует знание: - основных законов гидрогазодинамики для решения теоретических и практических задач, соблюдая основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.</p> <p>Дает оценку: - методам теоретического исследования в гидрогазодинамике, необходимые для решения задач, с соблюдением основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной</p>
---	---	---	---

		тайны.	тайны.
Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ПК-21)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы гидрогазодинамики.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-использовать основные законы гидрогазодинамики профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования основных законов гидрогазодинамики профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и</li> </ul>	<p><b>Понимает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- значение основных законов гидрогазодинамики для профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Применяет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы гидрогазодинамики, методы теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</li> </ul> <p><b>Анализирует:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические и экспериментальные методы гидрогазодинамики, используемые при решении профессиональных задач.</li> </ul>	<p><b>Описывает и оценивает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы гидрогазодинамики, методы теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</li> </ul> <p><b>Демонстрирует знание:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретических и экспериментальных методов, используемых при решении профессиональных задач.</li> </ul> <p><b>Даёт оценку:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретическим и экспериментальным методам, используемым при решении профессиональных задач.</li> </ul>

	<p>моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</p>		
<p>Способность и готовность эксплуатировать воздушные суда, силовые установки и системы воздушных судов, включая радио - и электросветотехническое оборудование, системы автоматики и управления и бортовое аварийно-спасательное оборудование, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов (ПК-56)</p>	<p><b>Знать:</b> - основные законы гидрогазодинамики.</p> <p><b>Уметь:</b> - эксплуатировать воздушные суда, силовые установки и системы воздушных судов, использующих принципы гидрогазодинамики, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.</p> <p><b>Владеть:</b></p>	<p><b>Понимает:</b> - значение основных законов гидрогазодинамики для эксплуатации воздушных судов, силовых установок и систем воздушных судов, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.</p> <p><b>Применяет:</b> - основные законы гидрогазодинамики для эксплуатации воздушных судов, силовых установок и систем воздушных судов, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.</p> <p><b>Анализирует:</b></p>	<p><b>Описывает и оценивает:</b> - основные законы гидрогазодинамики, необходимые для эксплуатации воздушных судов, силовых установок и систем воздушных судов, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов. Демонстрирует знание: - основных законов гидрогазодинамики, используемых для эксплуатации воздушных судов, силовых установок и систем воздушных судов, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов. Даёт оценку:</p>

	- навыками эксплуатации воздушных судов, силовых установок и систем воздушных судов, использующих принципы гидрогазодинамики, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.	- теоретические методы гидрогазодинамики, используемые для эксплуатации воздушных судов, силовых установок и систем воздушных судов, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.	- теоретическим методам гидрогазодинамики, используемым для эксплуатации воздушных судов, силовых установок и систем воздушных судов, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.
--	--	---	--

### Шкала оценивания

Максимальное количество баллов, полученных за зачет с оценкой – 30.  
Минимальное (зачетное) количество баллов («зачет сдан») – 15 баллов.

Неудовлетворительной сдачей зачета с оценкой, считается оценка менее 15 баллов. При неудовлетворительной сдаче зачета или неявке по неуважительной причине на зачет зачётная составляющая приравнивается к нулю. В этом случае студент в установленном в СПбГУ ГА порядке обязан пересдать зачет.

Оценка за зачет выставляется как сумма набранных баллов за ответы на три вопроса билета.

Ответы на вопросы билета по результатам семестра оцениваются следующим образом:

- 1 балл: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
- 2 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
- 3 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
- 4 балла: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом показано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

- 5 баллов: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- 6 баллов: ответ удовлетворительный, студент ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- 7 баллов: ответ хороший, но студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, но требовались наводящие вопросы;
- 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы, студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность;
- 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент показывает систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, самостоятельно и творчески решает сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, а также демонстрирует знания по проблемам, выходящим за ее пределы.

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

### **9.6.1 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля успеваемости по лекционным темам**

1. Газодинамические параметры: давление, плотность и температура. Как они связаны между собой для газов?
2. В чем отличие молекулярной структуры капельной жидкости и газа?
3. Чем отличается вязкость капельных жидкостей и газов?
4. Сжимаемость газов, её связь со скоростью звука.
5. Чем обусловлено поверхностное натяжение жидкостей?
6. Запишите основное уравнение гидростатики.
7. Как измеряется давление жидкостей и газов?
8. Силы давления покоящейся жидкости на криволинейной поверхности.
9. Сформулируйте закон Архимеда.
10. Что такое стандартная атмосфера? Как изменяются температура, плотность и давление с высотой?
11. В чём отличие методов Лагранжа и Эйлера исследования движения сплошной среды?
12. Дайте определение понятиям линия тока, трубка тока, струйка.
13. Дайте определение понятиям вихрь, вихревая линия, вихревой жгут.

14. Сформулируйте теорему Гельмгольца.
15. Запишите формулу для определения циркуляции скорости.
16. Какое течение называется потенциальным?
17. Что такое функция тока?
18. Запишите уравнение неразрывности в дифференциальной форме.
19. Запишите уравнения Эйлера.
20. Запишите интеграл Бернулли.
21. Запишите уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа.
22. Запишите уравнение энергии для газа.
23. Запишите уравнения Навье – Стокса для жидкости и газа.
24. Какие критерии гидродинамического подобия вы знаете?.
25. Какие критерии теплового подобия вы знаете?
26. Запишите формулы для определения параметров торможения газового потока.
27. Запишите уравнение Гюгонио. Что такое сопло Лаваля?
28. Как распространяются возмущения в сверхзвуковом потоке. Что такое конус Маха?
29. Что такое скачок уплотнения (ударная волна)?
30. Чему равно давление в критической точке за прямым скачком?
31. Изобразите структуру течения при обтекании сверхзвуковым потоком клина и конуса.
32. Как устроены сверхзвуковые воздухозаборники авиационных газотурбинных двигателей?
33. Чем отличаются ламинарный и турбулентный режимы течения.
34. Что такое пограничный слой?
35. Изобразите структуру смешанного пограничного слоя на плоской пластине.
36. Из-за чего возникает отрыв пограничного слоя?
37. Управление пограничным слоем.
38. Из-за чего возникают гидравлические потери?
39. Чем объясняется кризис сопротивления плохообтекаемых тел?
40. Запишите уравнение Рейнольдса осреднённого турбулентного движения.
41. Запишите формула Прандтля турбулентного трения.
42. Запишите логарифмические и степенные формулы скоростей и сопротивления гладких труб.
43. Какие модели турбулентности вы знаете?

### **9.6.2 Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой для проведения промежуточного контроля по дисциплине**

1. Основные физические свойства жидкостей и газов.
2. Молекулярная структура и особенности жидкого и газообразного состояния среды.

3. Плотность сплошной среды. Объемные свойства жидкостей и газов.
4. Вязкость капельных жидкостей и газов.
5. Сжимаемость газов. Скорость звука.
6. Поверхностное натяжение жидкостей.
7. Кипение жидкостей.
8. Кавитация.
9. Общие условия равновесия.
10. Основная теорема гидростатики. Основное уравнение гидростатики.
11. Равновесие несжимаемой жидкости в поле силы тяжести.
12. Равновесие несжимаемой жидкости в сообщающихся сосудах.
13. Измерение давления.
14. Силы давления покоящейся жидкости на криволинейной поверхности.
15. Силы давления покоящейся жидкости на плоской поверхности.
16. Относительное равновесие несжимаемой жидкости
17. Закон Архимеда. Плавание тел.
18. Остойчивость плавающих сил.
19. Равновесие газа в поле силы тяжести.
20. Стандартная атмосфера.
21. Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения сплошной среды.
22. Линия тока, трубка тока, струйка.
23. Вихревое течение жидкости.
24. Напряжение вихревого жгута.
25. Теорема Гельмгольца.
26. Циркуляция скорости.
27. Теорема Стокса. Формула Био - Савара.
28. Понятие о потенциальном течении.
29. Функция тока.
30. Плоские потенциальные течения.
31. Уравнение неразрывности.
32. Уравнения движения, как математическая форма записи основных законов сохранения применительно к потоку жидкости или газа.
33. Уравнения Эйлера.
34. Интеграл Бернулли.
35. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости и сжимаемого газа.
36. Уравнение энергии.
37. Уравнения Навье - Стокса.
38. Подобие физических процессов.
39. Теоремы теории подобия.
40. Критерии гидродинамического подобия.
41. Критерии теплового подобия.
42. Теория размерностей.
43. Параметры торможения газового потока.
44. Характерные скорости газового потока.
45. Уравнение Гюгонио. Сопло Лаваля.

46. Распространение слабых возмущений в сверхзвуковом потоке. Конус Маха.
47. Обтекание углов плоскопараллельным сверхзвуковым потоком.
48. Основные соотношения для прямого скачка уплотнения.
49. Давление в критической точке за прямым скачком.
50. Косые скачки уплотнения.
51. Обтекание сверхзвуковым потоком клина и конуса. Сверхзвуковые воздухозаборники авиационных газотурбинных двигателей.
52. Общие сведения о течении вязкой жидкости.
53. Ламинарный и турбулентный режимы течения.
54. Понятие пограничного слоя.
55. Интегральное соотношение для установившегося течения в пограничном слое несжимаемой жидкости.
56. Смешанный пограничный слой на плоской пластине.
57. Сопротивление трения.
58. Отрыв пограничного слоя.
59. Управление пограничным слоем.
60. Гидравлические потери. Потери на трение при ламинарном течении.
61. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения.
62. Переход ламинарного движения в турбулентное.
63. Кризис сопротивления плохообтекаемых тел.
64. Уравнение Рейнольдса осреднённого турбулентного движения.
65. Формула Прандтля турбулентного трения.
66. Модели турбулентности.
67. Логарифмические и степенные формулы скоростей и сопротивления гладких труб.
68. Турбулентное течение в шероховатых трубах.

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

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

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



Основными видами учебных занятий по дисциплине являются лекции, практические занятия, консультации, все виды практик, выполнение курсовых работ. Виды учебных занятий определяются рабочей программой дисциплины.

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

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

Порядок изложения материала лекции отражается в плане ее проведения.

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

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе (структурно-логической схеме) изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить студентов с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему.

Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

По темам 1-5 проводятся интерактивные лекции в форме проблемных лекций в общем количестве 12 часов. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает: создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению; мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез; проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их подтверждения; формулировку выводов; подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего материала; вопросы для обратной связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции.

Практические занятия по дисциплине имеют целью:

- углубление, расширение и конкретизацию теоретических знаний, полученных на лекции, до уровня, на котором возможно их практическое использование;

- экспериментальное подтверждение положений и выводов, изложенных в теоретическом курсе, и усиление доказательности обучения;

- отработку навыков и умений в пользовании графиками, схемами, матрицами информационно-аналитической работы;
- отработку умения использования ПК;
- проверку теоретических знаний.

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

По результатам контроля знаний и умений преподаватель должен провести анализ хода и итогов практических занятий, отметить успехи студентов в решении учебной задачи, а также недостатки и ошибки, разобрать их причины и дать методические указания к их устранению. Таким образом, практические занятия являются важной формой обучения, в ходе которых знания студентов превращаются в профессиональные необходимые умения, навыки и компетенции.

Преподаватель имеет право вызывать на консультацию тех студентов, которые не показывают глубоких знаний и не пользуются консультациями по своей инициативе. В этих случаях, преподаватель выясняет, работает ли студент систематически над учебным материалом, в какой степени усваивает его, в чем встречает наибольшие трудности. Установив фактическое положение дела, преподаватель дает рекомендации по самостоятельному изучению материала, решению трудных вопросов и при необходимости назначает срок повторной консультации.

