


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)

  
Н.А. Жильникова  
(подпись)

«13» мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидрогазодинамика»  
(Название дисциплины)


Код направления	20.03.01
Наименование направления/ специальности	Техносферная безопасность
Наименование направленности	Инженерная защита окружающей среды
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург 2020 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

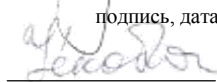
Программу составил(а)

доц., к.т.н.  
должность, уч. степень, звание

  
\_\_\_\_\_ 13.05.2020  
подпись, дата

С.Г. Бурлуцкий  
инициалы, фамилия

ст. преподаватель  
должность, уч. степень, звание

  
\_\_\_\_\_ 13.05.2020  
подпись, дата


Н.И. Ускова  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«13» мая 2020 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13


доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
\_\_\_\_\_ 13.05.2020  
подпись, дата

Н.А. Овчинникова  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 20.03.01(01)

доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
\_\_\_\_\_ 13.05.2020  
подпись, дата

Н.А. Жильникова  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
должность, уч. степень, звание

  
\_\_\_\_\_ 13.05.2020  
подпись, дата

В.А. Голубков  
инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Гидрогазодинамика» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» направленность «Инженерная защита окружающей среды». Дисциплина реализуется кафедрой №13.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ОПК-4 «способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды»;

ПК-10 «способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях»;

ПК-16 «способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с техногенными воздействиями гидро - и газовых (текучих континуальных ) сред и потоков на объекты инфраструктуры среды обитания; включая газодинамику и аэродинамику кварталов зданий, воздействиями технических объектов, включая летательные аппараты, на среду обитания и организм человека, посредством газодинамических и акустических воздействий; с факторами риска гидротехнических сооружений, и гидравлических конструкций для безопасности человека, а также контролем параметров газовых и гидравлических сред посредством приборов, работа которых основана на физических принципах гидрогазодинамики.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение студентами компетенций в областях профессиональной деятельности, связанных с обеспечением безопасности человека в современном мире, формированием комфортной и безопасной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизацию техногенного воздействия на окружающую среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования.

Дисциплина рассматривает круг вопросов, связанных с техногенными воздействиями гидро - и газовых (текучих континуальных ) сред и потоков на объекты инфраструктуры среды обитания; включая газодинамику и аэродинамику кварталов зданий, воздействиями технических объектов, включая летательные аппараты, на среду обитания и организм человека, посредством газодинамических и акустических воздействий; с факторами риска гидротехнических сооружений, и гидравлических конструкций для безопасности человека, а также контролем параметров газовых и гидравлических сред посредством приборов, работа которых основана на физических принципах гидрогазодинамики.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

**ПК-10 «способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях»:**

**знать** – организационные основы безопасности различных производственных процессов связанных с использованием текущих сред в штатных режимах и чрезвычайных ситуациях;

**уметь** – учитывать, контролировать и минимизировать факторы риска, связанные с техногенными воздействиями гидро - и газовых (текучих континуальных) сред и потоков на объекты инфраструктуры среды обитания; воздействиями технических объектов, включая газодинамические и акустические воздействия летательных аппаратов на среду обитания и организм человека.

**владеть** навыками контроля параметров газовых и гидравлических сред посредством приборов, работа которых основана на физических принципах гидрогазодинамики; иметь опыт деятельности, полученный в результате практик в сертифицирующих и метрологических организациях, а также подразделениях предприятий, связанных с метрологией, охраной труда и действиями в чрезвычайных ситуациях;

**ПК-16 «способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов»:**

**знать** - механизмы воздействия опасностей на человека, характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов;

**уметь** прогнозировать и оценивать риски воздействия опасностей на человека, характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов;

**владеть** навыками организации процедур исключения факторов риска воздействия опасностей и токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов на человека.

иметь опыт деятельности и полученный в результате практик в сертифицирующих и метрологических организациях, а также подразделениях предприятий, связанных с метрологией, охраной труда и действиями в чрезвычайных ситуациях.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика;
- Химия;
- Экология.

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

- Статистические методы в управлении охраной окружающей среды;
- Медико-биологические основы безопасности;
- Теория горения и взрыва;
- Проектирование систем контроля пылегазовых выбросов;
- Промышленная экология;
- Промышленная экология;
- Проектирование систем очистки пылегазовых выбросов;
- Проектирование систем контроля и управления водоочисткой;
- Проектирование приборов контроля параметров и состава вещества.

## 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
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	12	12
<b>Аудиторные занятия, всего час.,</b>	16	16
<b>В том числе</b>		
лекции (Л), (час)	4	4
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	4	4
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	119	119

<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.
--	------	------

#### 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 (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
<b>Раздел №1. Гидростатика и Кинематика жидкости</b> Тема №1. Физические свойства жидкостей и газов, напряженное состояние жидкости Тема №2. Кинематика жидкости.	1	1			
<b>Раздел №2. Динамика жидкости и газа.</b> Тема №3. Основные уравнения динамики жидкости и газовой динамики вязкой среды.	1	1			
<b>Раздел №3. Теория подобия в механике сплошных сред и термодинамике. Исследование течений.</b> Тема №4. Подобие гидромеханических процессов. Подобие в аэродинамике и термодинамике. Тема №5. Одномерные течения вязкой несжимаемой жидкости и двумерные (плоские) течения идеальной несжимаемой жидкости. Тема № 6 Одномерные течения сжимаемого газа	1	1	4		
<b>Раздел №4. Аэродинамические и термодинамические нагрузки на объекты, пограничный слой.</b> Тема №7. Гидродинамический пограничный слой и пограничный слой в газовой динамике. Тема №8. Аэродинамические и термодинамические нагрузки, действующие на обтекаемые поверхности и элементы конструкций обтекаемых тел	1	1	4		
Итого в семестре:	4	4	8		119
Итого:	4	4	8	0	119

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 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>Раздел №1. Гидростатика и Кинематика жидкости.</b>	
Тема №1. Физические свойства жидкостей и газов, напряженное состояние жидкости.	1.1 Твердое, жидкое и газообразное состояние тел. 1.2. Гипотеза сплошности среды. Понятие жидкой частицы. 1.3. Объемные свойства жидкостей и газов. 1.4. Вязкость капельных жидкостей и газов. 1.5. Силы, действующие в жидкости. Поверхностное натяжение. 1.6. Кипение жидкостей. Кавитация. 1.7. Напряжения в покоящейся жидкости и напряжения поверхностных сил. Плотность массовых сил. Гидростатическое давление 1.8. Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости Интегрирование дифференциальных уравнений Эйлера. Основная формула гидростатики. 1.9. Равновесие газа в поле силы тяжести 1.10. Абсолютное и избыточное давление, вакуум. Понятие о напоре. 1.11. Относительное равновесие несжимаемой жидкости. Равновесие несжимаемых жидкостей в сообщающихся. сосудах. Измерение давления 1.12. Силы давления покоящейся жидкости на плоские и криволинейные поверхности. 1.13. Закон Архимеда. Плавание тел. Остойчивость плавающих тел.
Тема №2. Кинематика жидкости.	2.1. Режимы движения жидкости 2.2. Понятие местной скорости. Усреднение местной скорости по времени и по поверхности 2.3. Кинематические элементы движения. Два метода описания движения жидкой частицы 2.4. Ускорение жидкой частицы в переменных Эйлера. 2.7. Уравнение сплошности (неразрывности) в дифференциальной и гидравлической формах. Расход жидкости. 2.8. Анализ движения жидкой частицы. Теорема Коши - Гельмгольца. 2.9. Плоские течения несжимаемой жидкости. 2.10. Безвихревое или потенциальное движение жидкости 2.11. Вихревое движение. Основные характеристики поля вихрей. 2.12. Циркуляция скорости. Теорема Стокса.
<b>Раздел №2. Динамика жидкости и газа.</b>	

<p>Тема №3. Основные уравнения динамики жидкости и газовой динамики вязкой среды.</p>	<p>3.1. Уравнения движения сплошной среды (жидкости) в напряжениях  3.2. Обобщенная гипотеза Ньютона о связи между напряжениями и скоростями деформаций.  3.3. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (Эйлера). Уравнения движения жидкости в форме Громеко – Ламба.  3.4. Интегралы уравнений Эйлера для потенциального и установившегося вихревого движения.  Уравнение Бернулли для струйки идеальной несжимаемой жидкости, для струйки вязкой несжимаемой жидкости.  3.6. Уравнения Рейнольдса усредненно - установившегося турбулентного движения несжимаемой жидкости  3.7. Основные гипотезы о турбулентных напряжениях жидкости.  3.8 Дифференциальные уравнения движения с учетом вязких сил (уравнения Навье-Стокса). Условия однозначности.  3.9 Первый закон термодинамики. Уравнение энергии.  3.10. Общие положения о переносе тепла теплопроводностью и конвекцией.  3.11 Теплопроводность, теплоотдача и теплопередача. Теплообмен излучением. Уравнение энергии. Краевые условия.  3.12 Теплопроводность при стационарном и нестационарном режиме.  3.13 Постановка задачи об определении поля температур в теле, погруженном в неподвижную и движущуюся среду.</p>
<p><b>Раздел №4. Теория подобия в механике сплошных сред и термодинамике. Исследование течений.</b></p>	
<p>Тема №4. Подобие гидромеханических процессов. Подобие в аэродинамике и термодинамике.</p>	<p>4.1. Анализ размерностей в механике сплошных сред. Метод обобщенных переменных.  4.2 Основные понятия и определения теории подобия.  4.3. Критерии гидромеханического подобия.  4.4. Приведение дифференциальных уравнений движения жидкости к безразмерному виду.  4.5. Теоремы теории подобия.  4.6. Анализ размерностей. Метод Букингема.  4.7. Анализ размерностей. Метод Релея.  4.8. Теория подобия в аэродинамике и термодинамике.  4.9. Критерии, характеризующие условия обтекания.  4.10. Задача о моделировании обтекания тела в аэродинамических установках.  4.11. Экспериментальное исследование теплопередачи.</p>



<p>Тема №5. Одномерные течения вязкой несжимаемой жидкости и двумерные (плоские) течения идеальной несжимаемой жидкости.</p>	<p>5.1. Одномерная модель реального потока. Плавно изменяющееся движение 5.2. Энергетическая и геометрическая интерпретация уравнения Бернулли. 5.3. Природа потерь энергии (напора). Общие формулы для вычисления потерь напора. 5.4. Ламинарное течение жидкости в круглых трубах. Начальный участок ламинарного течения 5.5. Турбулентное движение жидкости в круглых трубах 5.6. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Местные гидравлические сопротивления. 5.7. Зависимость коэффициента местных сопротивлений от критерия Рейнольдса. 5.8. Истечение несжимаемой жидкости из отверстий и через насадки при постоянном и переменном напоре. 5.9. Гидравлический удар в трубах. Описание процесса. Основные расчетные уравнения гидравлического удара в трубах. 5.10. Постановка двумерной гидродинамической задачи. Суперпозиция течений. 5.11. Простейшие плоские потенциальные течения несжимаемой идеальной жидкости. 5.12. Безциркуляционное обтекание круглого цилиндра. Парадокс Д'Аламбера-Эйлера. 5.13. Циркуляционное обтекание круглого цилиндра. Теорема Н.Е. Жуковского.</p>
<p>Тема № 6 Одномерные течения сжимаемого газа.</p>	<p>6.1. Некоторые термодинамические соотношения. 6.2. Уравнения Бернулли для адиабатического течения идеального газа. Скорость распространения малых возмущений в газе.</p>
	<p>6.3. Параметры заторможенного газа, критическая скорость, числа <math>M</math> и <math>\lambda</math>. Изоэнтропические формулы. 6.4. Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения. Уравнение Гюгонио. 6.5. Истечение газа через сужающее сопло. Формула Сен-Венана-Ванцеля. 6.6. Сопло Лавалья и режимы его работы. 6.7. Прямой скачок уплотнения. Уравнение ударной адиабаты 6.9. Изменение параметров газа при переходе его через прямой скачок уплотнения</p>
<p><b>Раздел №4. Аэродинамические и термодинамические нагрузки на объекты, пограничный слой.</b></p>	

<p>Тема №7. Гидродинамический пограничный слой и пограничный слой в газовой динамике.</p>	<p>7.1. Основные физические представления о пограничном слое. Современные понятия о структуре турбулентного пограничного слоя. 7.2 Толщина пограничного слоя и толщина вытеснения. Основные положения теории тонкого сдвигового слоя и методы решения уравнений в частных производных. 7.3. Дифференциальные уравнения Прандтля. для ламинарного пограничного слоя. Интегральные соотношения для пограничного слоя. 7.5 Упрощение уравнений движения вязкой среды в приближении пограничного слоя. 7.6. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный. Структура турбулентного пограничного слоя. 7.7 Уравнения динамики вязкой среды в форме Рейнольдса. 7.8 Турбулентность и осреднение параметров среды в турбулентных течениях. 7.9 Замыкание уравнений турбулентного движения. 7.8. Пограничный слой на искривленных поверхностях. 7.9 Влияние продольного градиента давления и отрыв пограничного слоя. 7.10 Шероховатость поверхности и ее влияние на переход к турбулентной форме течения и на сопротивление трения. 7.11 Современные понятия о допустимой шероховатости поверхности крыла и фюзеляжа самолета. 7.12 Исследования теплопередачи методами теории пограничного слоя.</p>
<p>Тема №8. Аэродинамические и термодинамические нагрузки, действующие на обтекаемые поверхности элементов конструкций обтекаемых тел</p>	<p>8.1 Результирующее силовое и тепловое воздействие потока на обтекаемое тело. 8.2 Аэродинамические характеристики тел вращения и плоских поверхностей. Скоростная и полусвязанная системы координат. 8.3 Составляющие аэродинамической силы и аэродинамического момента. 8.4 Слагаемые силы лобового сопротивления: сопротивление давления и трения, индуктивное, волновое, интерференционное. 8.5 Современные и перспективные направления снижения вредного сопротивления. 8.6 Методы снижения тепловых нагрузок. Теплообменные аппараты. 8.7 Влияние сжимаемости среды на аэродинамические характеристики тел. 8.8 Критические режимы потока. 8.9 Управление аэродинамическими силами и моментами. 8.10 Проблема входа тела (метеоритов) в атмосферу. Параметры траектории. Формы тел. Траектории падения. Аэродинамический</p>
	<p>нагрев. 8.11 Влияние аэродинамического нагрева на тела. Массонос.</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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					
1	Анализ движения жидкой частицы. Ускорение жидкой частицы в переменных Эйлера. Теорема Коши – Гельмгольца.	Практические занятия, групповые дискуссии	1	2	Тема №2
	Вихревое движение. Основные характеристики поля вихрей. Циркуляция скорости. Теорема Стокса	Практические занятия, групповые дискуссии			
	Уравнение сплошности (неразрывности) в дифференциальной и гидравлической формах. Циркуляция скорости. Теорема Стокса.	Практические занятия, групповые дискуссии			
2	Обобщенная гипотеза Ньютона о связи между напряжениями и скоростями деформаций.	Практические занятия, групповые дискуссии	1	1	Тема №3
	Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнения Навье - Стокса). Условия однозначности.	Практические занятия, групповые дискуссии			
3	Классификация трубопроводов. Постановка задачи. Расчет трубопроводов для газов при малых и больших перепадах давления.	Решение ситуационных задач	1	1	Тема №4,5
	Расчет простого трубопровода постоянного диаметра. Последовательное и параллельное соединение труб.	Занятия по моделированию реальных условий, игровое			
4	Расчет ламинарного и турбулентного пограничного слоя на пластине	Практические занятия, групповые дискуссии	1	2	Тема №6,7
	Полуэмпирические подходы к расчету	Практические занятия,			

	сопротивления трения в турбулентных пограничных слоях.	групповые дискуссии			
	Примеры представления в конечно-разностном виде уравнений гидродинамики и теплопроводности: определение температуры стенки и теплового потока в стенку	Практические занятия, групповые дискуссии			
Всего:			4	6	

#### 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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1.	Измерение параметров воздушного потока.	2	2	3
2.	Моделирование работы мембраны тензOMETрических датчиков давления в среде MATLAB	2	2	3
3.	Моделирование пограничного слоя на внутренних поверхностях трубопровода в среде Solidworks Flow Simulation.	2	1	4
4.	Моделирование параметров потоков микрoкварталов высотных зданий в среде Solidworks Flow Simulation	2	1	4
Всего:		8	6	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	109	109
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	119	119

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся 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 (кроме электронных экземпляров)
ЭБС «Znanium»	Гидрогазодинамика: учеб. пособие / А.А. Кудинов. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 336 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=918073">http://znanium.com/bookread2.php?book=918073</a>	ЭБС «Znanium»
ЭБС «Лань»	Гидрогазодинамика (с элементами процессов и аппаратов) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Л. Лукс [и др.]. — Электрон. дан. — Самара : АСИ СамГТУ, 2015. — 430 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/73869">https://e.lanbook.com/book/73869</a> . — Загл. с экрана	ЭБС «Лань»
ЭБС «Лань»	Иванова, И.В. Сборник задач по гидрогазодинамике: учебное пособие для студентов направлений подготовки 280700.62 Техносферная безопасность и 151000.62 Технологические машины и оборудование [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 109 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/45737">https://e.lanbook.com/book/45737</a> . — Загл. с экрана	ЭБС «Лань»
14-3 А 99	Аэромеханика летательных аппаратов: методические указания к выполнению лабораторных работ. А.Д. Дорофеев, И.С. Зегжда, Г.С. Кудрявцев и др. , АП-б ГААП, 1993, - 92	6+3
629.7 Л 52	Летательные аппараты: лабораторный практикум. В.П. Боковая, А.Д. Дорофеев, И.С. Зегжда и др. С-Пб ГУАП, 2009 г, 47 стр	80

### 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 (кроме электронных экземпляров)
ЭБС «Лань»	Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Г. Кожевникова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 352 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/76272">https://e.lanbook.com/book/76272</a> . — Загл. с экрана.	ЭБС «Лань»
629.7(ГУАП) Э41	Экспериментальное моделирование в аэродинамике: лабораторный практикум / С. В. Богословский, А. Д. Дорофеев, И. С. Зегжда и др. ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. Приборостроения. учеб. изд. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2001. 47 с.: табл., граф.	25+44

## 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
www.minstroyrf.ru	Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой)
www.mchs.gov.ru	Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России)
www.gosnadzor.ru	Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор).
magbvt.ru	«Безопасность в техносфере» Всероссийский научно – методический и информационный журнал

## 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
1.	SOLIDWORKS FLOW SIMULATION Dassaults Systems Solidworks corp
2	MATLAB; Simulink; Simscape Fluids

### 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 (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-04
2	Специализированная «Аэродинамическая лаборатория»	51-08
3	Межфакультетская лаборатория «Авиационные приборы»	52-10

## 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
Экзамен	Список вопросов к экзамену;.

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
ОПК-4 «способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды»	
6	Гидрогазодинамика
7	Теория горения и взрыва
8	Управление техносферной безопасностью
ПК-10 «способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях»	
5	Промышленная экология
6	Гидрогазодинамика
6	Промышленная экология
8	Проектирование систем контроля пылегазовых выбросов
8	Производственная практика научно-исследовательская работа
10	Геоинформационные системы и технологии
10	Проектирование систем контроля и управления водоочисткой
ПК-16 «способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов»	
1	Физика
1	Экология
2	Физика
2	Химия
3	Физика
3	Химия
4	Химия
5	Статистические методы в управлении сложными техническими системами
6	Гидрогазодинамика
7	Теория горения и взрыва
8	Производственная практика научно-исследовательская работа
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»	<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>
$70 \leq K \leq 84$	«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
1	Гипотеза сплошности среды. Понятие жидкой частицы. Объемные свойства жидкостей и газов.
2	Силы, действующие в жидкости. Поверхностное натяжение.
3	Напряжения в покоящейся жидкости и напряжения поверхностных сил. Плотность массовых сил. Гидростатическое давление
4	Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости
5	Интегрирование дифференциальных уравнений Эйлера. Основная формула гидростатики
6	Кинематические элементы движения. Два метода описания движения жидкой частицы
7	Анализ движения жидкой частицы. Теорема Коши - Гельмгольца
8	Циркуляция скорости. Теорема Стокса

9	Обобщенная гипотеза Ньютона о связи между напряжениями и скоростями деформаций.
10	Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (Эйлера).
11	Уравнения движения жидкости в форме Громеко – Ламба.
12	Интегралы уравнений Эйлера для потенциального и установившегося вихревого движения
13	Уравнение Бернулли для струйки идеальной несжимаемой жидкости, для струйки вязкой несжимаемой жидкости.
14	Уравнения Рейнольдса усредненно - установившегося турбулентного движения несжимаемой жидкости
15	Дифференциальные уравнения движения с учетом вязких сил (уравнения Навье-Стокса). Условия однозначности.
16	Первый закон термодинамики. Уравнение энергии
17	Теплопроводность, теплоотдача и теплопередача. Теплообмен излучением. Уравнение энергии. Краевые условия.
18	Постановка задачи об определении поля температур в теле, погруженном в неподвижную и движущуюся среду.
19	Анализ размерностей в механике сплошных сред. Метод обобщенных переменных.
20	Основные понятия и определения теории подобия. Приведение дифференциальных уравнений движения жидкости к безразмерному виду.
21	Теоремы теории подобия.
22	Анализ размерностей. Метод Букингема.
23	Анализ размерностей. Метод Релея.
24	Теория подобия в аэродинамике и термодинамике. Критерии, характеризующие условия обтекания.
25	Задача о моделировании обтекания тела в аэродинамических установках
26	Энергетическая и геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
27	Природа потерь энергии (напора). Общие формулы для вычисления потерь напора.
28	Ламинарное течение жидкости в круглых трубах. Турбулентное движение жидкости в круглых трубах
29	Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Местные гидравлические сопротивления и их зависимость от критерия Рейнольдса
30	Истечение несжимаемой жидкости из отверстий и через насадки при постоянном и переменном напоре.
31	Гидравлический удар в трубах. Описание процесса. Основные расчетные уравнения гидравлического удара в трубах
32	Постановка двумерной гидродинамической задачи. Суперпозиция течений. Простейшие плоские потенциальные течения несжимаемой идеальной жидкости.
33	Безциркуляционное обтекание круглого цилиндра. Парадокс Д'Аламбера-Эйлера.
34	Циркуляционное обтекание круглого цилиндра. Теорема Н.Е. Жуковского.
35	Уравнения Бернулли для адиабатического течения идеального газа. Скорость распространения малых возмущений в газе.
36	Параметры заторможенного газа, критическая скорость, числа $M$ и $\lambda$ . Изэнтропические формулы
37	Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения. Уравнение Гюгонио.
38	Истечение газа через сужающее сопло. Формула Сен-Венана-Ванцеля.
39	Сопло Лавалья и режимы его работы.
40	Прямой скачок уплотнения. Уравнение ударной адиабаты
41	Изменение параметров газа при переходе его через прямой скачок уплотнения
42	Основные физические представления о пограничном слое. Толщина пограничного слоя и толщина вытеснения.

43	Основные положения теории тонкого сдвигового слоя и методы решения уравнений в частных производных
44	Дифференциальные уравнения Прандтля для ламинарного пограничного слоя.
45	Интегральные соотношения для пограничного слоя. Упрощение уравнений движения вязкой среды в приближении пограничного слоя.
46	Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный. Структура турбулентного пограничного слоя.
47	Уравнения динамики вязкой среды в форме Рейнольдса.
48	Турбулентность и осреднение параметров среды в турбулентных течениях. Замыкание уравнений турбулентного движения.
49	Пограничный слой на искривленных поверхностях. Влияние продольного градиента давления и отрыв пограничного слоя.
50	Шероховатость поверхности и ее влияние на переход к турбулентной форме течения и на сопротивление трения.
51	Исследования теплопередачи методами теории пограничного слоя.
52	Системы координат в аэродинамике и динамике полета.

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
	Учебным планом не предусмотрено

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
	Учебным планом не предусмотрено

## 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
	Результирующее силовое и тепловое воздействие потока на обтекаемое тело.
	Аэродинамические характеристики тел вращения и плоских поверхностей.
	Составляющие аэродинамической силы и аэродинамического момента.
	Слагаемые силы лобового сопротивления: сопротивление давления и трения,
	Методы снижения тепловых нагрузок. Теплообменные аппараты.
	Влияние сжимаемости среды на аэродинамические характеристики
	Управление аэродинамическими силами и моментами.
	Проблема входа тела (метеоритов) в атмосферу: параметры

**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 программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## II. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение студентами компетенций в областях профессиональной деятельности, связанных с обеспечением безопасности человека в современном мире, формированием комфортной и безопасной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизацию техногенного воздействия на окружающую среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования.

Дисциплина рассматривает круг вопросов, связанных с техногенными воздействиями гидро - и газовых (текучих континуальных ) сред и потоков на объекты инфраструктуры среды обитания; включая газодинамику и аэродинамику кварталов зданий, воздействиями технических объектов, включая летательные аппараты, на среду обитания и организм человека, посредством газодинамических и акустических воздействий; с факторами риска гидротехнических сооружений, и гидравлических конструкций для безопасности человека, а также контролем параметров газовых и гидравлических сред посредством приборов, работа которых основана на физических принципах гидрогазодинамики.

### 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 сам

- 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:

- *Введение:* устанавливается связь темы с пройденным материалом, определяются цели, задачи лекции, формулируется план лекции. Формулируются проблемы. Предлагается список информационных источников по различным взглядам на проблематику лекции. Лектор должен быть краток и выразителен. На введение отводится 5–8 минут.

- *Основное содержание:* отражаются ключевые идеи, теория вопроса. По возможности излагаются различные точки зрения. Выслушиваются суждения студентов. Студентам предлагается сформулировать выводы после каждой логической части. Представляются оценочные суждения лектора. Преподаватель формулирует резюме, подтверждаются или опровергаются ключевые идеи, высказанные в начале лекции.

- *Заключение:* делаются обобщения и выводы в целом по теме. Идет презентация будущего лекционного материала. Преподаватель определяет направления самостоятельной работы студентов/

Варианты чтения лекции:

1. Устное эссе предполагает профессиональное в теоретическом и методическом плане изложение конкретного вопроса. Но это спектакль одного актера, аудитория в лучшем случае вовлечена во «внутренний диалог» с преподавателем. Такая лекция представляет собой продукт, созданный одним только преподавателем, а студентам остается роль пассивных слушателей.

2. Устное эссе-диалог с организацией взаимодействия преподавателя со студентами, которые привлекаются к работе посредством использования приемов скрытого и открытого диалога.

3. Лекция с использованием постановки и решения проблемы. Такая лекция начинается с вопроса, парадокса, загадки, возбуждающим интерес студентов. Ответ, как правило, определяется к концу занятия. Студенты предлагают собственные варианты решения проблемы. Если консенсус не достигается, преподаватель дает больший объем информации, наводящую информацию. Как правило, большинство студентов догадывается о конечном результате еще до провозглашения его преподавателем. После формулирования проблематики основные идеи студентов записываются на доске. Они систематизируются определенным образом, структурируются. В заключении лекции окончательные выводы, разработанные на основе идей студентов, записываются на доске.

Условия лекционного общения:

- предварительная самостоятельная подготовка студентов по задачам, сформулированным на предыдущем занятии по предстоящей тематике ;
- свободное и открытое обсуждение материала;

4. Лекция с процедурой пауз предполагает чередование мини-лекций с обсуждениями. Каждые 20 минут освещается важная проблема, затем 5–10 минут она обсуждается. Можно сначала обсудить в малых группах, а затем пригласить кого-то высказать свое мнение от группы. Вслед за обсуждением следует еще одна микролекция.

6. Лекция-диспут, контролируемая преподавателем. Аудитория делится на группы: сторонников данной концепции, оппозицию и арбитров. Студенты делают свой выбор и учатся отстаивать свою точку зрения. Преподаватель организует дебаты и корректирует обсуждение, в конце занятия предлагает свое видение проблемы и подводит итоги.

Выбор варианта лекции определяется образовательными целями и индивидуальным стилем преподавателя.

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

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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**

Для прохождения курса практических занятий студент должен:

- ознакомиться с планом проведения каждого занятия,
- перед каждым занятием изучать теоретический материал, необходимый для выполнения предусмотренных планом заданий, анализировать исследуемые проблемы и готовить вопросы по теме занятия,
- в установленные сроки выполнять индивидуальные практические задания и участвовать в дискуссиях и коллективном решении поставленных задач,
- следовать ходу управляемой дискуссии и указаниям преподавателя.

#### **Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить

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

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

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

### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

Перед выполнением лабораторной работы студенты должны:

- а) ознакомиться с содержанием работы;
- б) изучить теоретический материал, необходимый для проведения лабораторной работы;
- в) тщательно проработать методику проведения работы и изучить схему экспериментальной установки;
- г) произвести необходимые предварительные расчеты, составить схемы экспериментального исследования и сформировать таблицы для записи результатов экспериментов и вычислений с определением подлежащего таблиц и сказуемого, с логическим формированием последовательностей экспериментальных данных.

Студенты, явившиеся на занятия не подготовленными, к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Каждую работу выполняют бригадой студентов в составе 3-5 человек. В процессе эксперимента каждый член бригады выполняет определенные обязанности: снятие показаний измерительных приборов, фиксирование измеренных данных в подготовленных заранее таблицах, управление пускорегулирующей аппаратурой и др.

Отчет о проделанной работе составляется каждым студентом. Требуемое содержание отчета (необходимые схемы, таблицы и графики) указано в методическом описании каждой работы. Графики снятых и рассчитанных зависимостей желательно вычерчивать на миллиметровой бумаге по координатным осям с соответствующими делениями и обозначениями. После нанесения точек графика их соединяют плавной кривой с учетом возможного «разброса» точек ввиду их неточного снятия во время проведения эксперимента или погрешности расчета.

Кроме того, студент приводит результаты разработки на уровне исследования одного из вопросов по заданию преподавателя. В конце отчета записываются краткие выводы по проделанной работе, дается сравнительная оценка полученных практических результатов с теоретическими сведениями.

Лабораторная работа засчитывается, если студент правильно ответил на вопросы преподавателя, посвященные знанию устройства и принципу работы установки, а также пониманию физических процессов, объясняющих полученные практические результаты при проведении эксперимента. Студент должен уметь объяснить порядок действий, необходимых для выполнения любого эксперимента в лабораторной работе.

Перед началом работы студенты обязаны изучить инструкцию по технике безопасности для работающих в лаборатории и расписаться о прохождении инструктажа в специальном журнале.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Требования к форме отчета о лабораторной работе определены стандартами Университета: [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml/](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml/)

Структура отчета:

- 1) Схема лабораторной установки.
- 2) Паспортные данные исследуемой машины или приборов.
- 3) Таблицы с расчетными и опытными данными.
- 4) Основные расчетные формулы.
- 5) Алгоритмы сглаживания, аппроксимации экспериментальных данных, графики исследуемых зависимостей.
- 6) Трактовка полученных результатов и краткие выводы по работе.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Отчет оформляется в соответствии с требованиями к изложению текста и оформлению работ следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 – 2001.

[http://guap.ru/guap/standart/prav\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/prav_main.shtml)

### **Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

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

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


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

«удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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 и.о зав. кафедрой
24.06.2021г.	Внедрение практической подготовки в дисциплину	23.06.2021г. № 03-06/2021	 Е.А. Фролова