



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Гидрогазодинамика

направление подготовки/специальность 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Энергообеспечение
предприятий

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Формирование у студентов комплекса основных знаний и умений в области теории и практического применения гидрогазодинамических процессов;

приобретение теоретических знаний и практических навыков для расчета и проектирования объектов, определяемых областью профессиональной деятельности;

развитие способности самостоятельно решать в профессиональной деятельности вопросы, непосредственно связанные с движением и равновесием жидкостей.

изучение основных теоретических положений и методов гидрогазодинамики;

развитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач в области проектирования и расчета систем теплоснабжения

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.1 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	знает Основные законы движения жидкостей и газов умеет Применять основные закономерности движения жидкостей и газов для решения задач в области профессиональной деятельности владеет практическими навыками для расчета и проектирования объектов, определяемых областью профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.2 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	знает Основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем умеет Применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем владеет Методами расчетов теплотехнических установок и систем

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.19 основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Физика	ОПК-2.2, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4

Физика

знать: основные теоретические зависимости из курса физики

Уметь: пользоваться физическим и математическим аппаратом для проведения расчетов гидрогазодинамических процессов.

Владеть: навыками работы с нормативной и справочной литературой, с электронными базами данных.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Отопление	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	Вентиляция	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.2
3	Газоснабжение	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			3
Контактная работа	64		64
Лекционные занятия (Лек)	32	0	32
Лабораторные занятия (Лаб)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	16	0	16
Иная контактная работа, в том числе:	1,5		1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	26,75		26,75
Самостоятельная работа (СР)	51,75		51,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			

1.	1 раздел. Предмет, задачи и основные понятия гидрогазодинамики										
1.1.	Предмет гидрогазодинамики. Общая постановка задач гидрогазодинамики. Физико-механические свойства жидкостей и газов. Вязкость жидкости.	3	6		4			6	16	ОПК-3.1, ОПК-3.2	
2.	2 раздел. Гидростатика										
2.1.	Область изучения гидростатики. Силы, действующие в жидкости. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Приборы для измерения давления.	3	6		4			6	16	ОПК-3.1, ОПК-3.2	
3.	3 раздел. Гидродинамика										
3.1.	Виды и режимы движения жидкости. Методы описания движения жидкостей и газов. Дифференциальные уравнения движения.	3	6				4	6	16	ОПК-3.1, ОПК-3.2	
3.2.	Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Бернулли	3	8		6		4	8	26	ОПК-3.1, ОПК-3.2	
3.3.	Измерение расхода дроссельными расходомерами и скоростей гидрометрическими трубками. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов.	3	6		2		8	25,7 5	41,75	ОПК-3.1, ОПК-3.2	
4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	Иная контактная работа	3							1,25	ОПК-3.1, ОПК-3.2	
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Контроль	3							27	ОПК-3.1, ОПК-3.2	

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Предмет гидрогазодинамики. Общая постановка задач гидрогазодинамики. Физико-механические свойства жидкостей и газов. Вязкость	Общая постановка задач гидрогазодинамики. История развития гидрогазодинамики. Физико-механические свойства жидкостей и газов. Предмет гидрогазодинамики и её задачи. Краткая история развития гидрогазодинамики Основные физико-механические свойства жидкости

	жидкости.	
1	Предмет гидрогазодинамики. Общая постановка задач гидрогазодинамики. Физико-механические свойства жидкостей и газов. Вязкость жидкости.	Вязкость. Закон внутреннего трения. Неньютоновские жидкости. Вязкость. Закон внутреннего трения. Коэффициенты вязкости. Неньютоновские жидкости. Кривые течения. Аномалии вязкости.
2	Область изучения гидростатики. Силы, действующие в жидкости. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Приборы для измерения давления.	Силы, действующие в жидкости. Уравнения Эйлера равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Силы, действующие в жидкости. Свойства давления в покоящейся жидкости. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Уравнения Эйлера равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Гидростатический парадокс. Относительный покой (равновесие) жидкости. Приборы для измерения давления. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум.
3	Виды и режимы движения жидкости. Методы описания движения жидкостей и газов. Дифференциальные уравнения движения.	Поток и его элементы. Виды движения жидкости. Режимы движения жидкости. Методы Лагранжа и Эйлера описания движения сплошной среды. Поток и его элементы Виды движения жидкости Режимы движения жидкости Два метода описания движения жидкости Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости. Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости.
4	Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Бернулли	Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение неразрывности потока в гидравлической форме. Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Расход для элементарной струйки и для потока. Уравнение неразрывности потока в гидравлической форме.
4	Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Бернулли	Уравнение Бернулли Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока невязкой жидкости. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Уклоны. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли
5	Измерение расхода дроссельными расходомерами и скоростей гидрометрическими трубками. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов.	Измерение расхода и скорости. Гидравлические сопротивления. Потери на трение. Измерение расхода и скорости. Распределение скоростей и расход жидкости при ламинарном течении в круглой трубе. Закон Стокса и формула Пуазейля. Распределение скоростей при турбулентном движении (полуэмпирическая теория Прандтля). Основное уравнение равномерного движения. Гидравлические сопротивления. Обобщенные гидравлические параметры для расчета трубопроводов.

		Расчет трубопроводов, воздухопроводов и газопроводов. Гидравлический удар. Истечение жидкостей. Гидравлически наивыгоднейшее сечение. Относительное движение тела и жидкости. Условия подобия гидродинамических явлений
--	--	--

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Предмет гидрогазодинамики. Общая постановка задач гидрогазодинамики. Физико-механические свойства жидкостей и газов. Вязкость жидкости.	Физико-механические свойства жидкостей и газов. Решение задач. Общая постановка задач гидрогазодинамики. Идеальная и реальная жидкость. Гипотеза неразрывности. Свойства жидкостей и газов.
2	Область изучения гидростатики. Силы, действующие в жидкости. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Приборы для измерения давления.	Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Решение задач. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Решение задач. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Относительный покой (равновесие) жидкости. Приборы для измерения давления.
4	Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Бернулли	Уравнение Бернулли. Решение задач.
5	Измерение расхода дроссельными расходомерами и скоростей гидрометрическими трубками. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов.	Определение расходов и потерь напора на трение и местные сопротивления. Решение задач. Определение расходов скоростей и потерь напора на трение и местные сопротивления. Решение задач.

5.3. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
3	Виды и режимы движения жидкости. Методы описания движения жидкостей и газов. Дифференциальные уравнения движения.	Режимы движения жидкостей Определение критерия Рейнольдса и режимов движения жидкостей при различных параметрах среды.

4	Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Бернулли	Уравнение Бернулли Демонстрация уравнения Бернулли. Построение пьезометрической линии и линии полного гидродинамического напора
5	Измерение расхода дроссельными расходомерами и скоростей гидрометрическими трубками. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов.	Определение коэффициента трения λ и абсолютной эквивалентной шероховатости Δ для прямой водопроводной трубы Определение коэффициента трения λ и абсолютной эквивалентной шероховатости Δ для прямой водопроводной трубы
5	Измерение расхода дроссельными расходомерами и скоростей гидрометрическими трубками. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов.	Истечение жидкостей. Определение коэффициентов расхода, скорости и сопротивления. Истечение жидкостей. Определение расходов, скоростей, коэффициентов расхода, скорости и сопротивления.

5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Предмет гидрогазодинамики. Общая постановка задач гидрогазодинамики. Физико-механические свойства жидкостей и газов. Вязкость жидкости.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям Изучение лекционного материала по теме 1.1. Подготовка к практическим занятиям по теме "Физико-механические свойства жидкостей и газов".
2	Область изучения гидростатики. Силы, действующие в жидкости. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Приборы для измерения давления.	Изучение лекционного материала Изучение лекционного материала по данной тематике и подготовка к практическим занятиям по теме «Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности»
3	Виды и режимы движения жидкости. Методы описания движения жидкостей и газов. Дифференциальные уравнения движения.	Изучение лекционного материала и подготовка к лабораторному занятию по теме 3.1. Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторному занятию

4	<p>Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Бернулли</p>	<p>Изучение лекционного материала по теме 3.2. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям</p>
5	<p>Измерение расхода дроссельными расходомерами и скоростей гидрометрическими трубками. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов.</p>	<p>Проработка лекционного материала по теме 3.3. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Решение задач Проработка лекционного материала по теме 3.3. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям. Решение задач</p>
5	<p>Измерение расхода дроссельными расходомерами и скоростей гидрометрическими трубками. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов.</p>	<p>Выполнение курсовой работы "Расчет трубопроводных систем".</p>

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых даётся основной систематизированный материал, лабораторных и практических работ, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков.

Важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объём самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;
- подготовка к выполнению курсовой работы
- подготовка к экзамену.

Для успешного освоения дисциплины студент должен посещать все запланированные лекционные практические и лабораторные работы. Изучение материала закрепляется выполнением курсовой работы, связанной с расчетом трубопроводных систем.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Форма проведения экзамена - в форме тестирования.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Предмет гидрогазодинамики. Общая постановка задач гидрогазодинамики. Физико-механические свойства жидкостей и газов. Вязкость жидкости.	ОПК-3.1, ОПК-3.2	Текущий контроль на занятиях
2	Область изучения гидростатики. Силы, действующие в жидкости. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности. Приборы для измерения давления.	ОПК-3.1, ОПК-3.2	Текущий контроль на занятии
3	Виды и режимы движения жидкости. Методы описания движения жидкостей и газов. Дифференциальные уравнения движения.	ОПК-3.1, ОПК-3.2	Текущий контроль на занятиях
4	Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Уравнение Бернулли	ОПК-3.1, ОПК-3.2	Текущий контроль на занятиях
5	Измерение расхода дроссельными расходомерами и скоростей гидрометрическими трубками. Гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводов.	ОПК-3.1, ОПК-3.2	Текущий контроль на занятиях
6	Иная контактная работа	ОПК-3.1, ОПК-3.2	
7	Контроль	ОПК-3.1, ОПК-3.2	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые задания

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-4.1)

1. Дать определение предмета гидрогазодинамика и ее задач.
2. Дать понятие о идеальной жидкости, идеальном газе
3. Основные физико-механические свойства жидкостей и газов.
4. Что такое вязкость жидкости?
5. Дать понятие сил и напряжений, действующих в жидкости

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-4.2)

6. Понятия потока и его элементов.
7. Какие существуют виды движения и режимы движения жидкостей.
8. Записать дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Л.Эйлера).
9. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум. Методы измерения давления и вакуума.

10. Определение давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления.

11. Охарактеризовать два метода описания движения жидкости.

12. Записать дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости и уравнение неразрывности движения жидкости.

13. Записать уравнение Бернулли

14. Определить расход жидкости с помощью дроссельных расходомеров.

15. Распределение скоростей и расход жидкости при ламинарном течении в круглой трубе.

16. Распределение скоростей при турбулентном движении (полуэмпирическая теория

Прандтля)

17. Основное уравнение равномерного движения.

18. Потери напора на трение в круглой трубе.

19. Обобщенные гидравлические параметры для расчета трубопроводов.

20. Расчеты трубопроводов и воздухопроводов

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Предмет гидравлики и ее задачи.
 2. Краткая история развития механики жидкости и газа.
 3. Понятие о жидкости.
 4. Основные физико-механические свойства жидкости.
 5. Вязкость жидкости.
 6. Кривые течения. Аномалия вязкости.
 7. Силы и напряжения, действующие в жидкости
 8. Поток и его элементы.
 9. Виды движения жидкости.
 10. Режимы движения жидкости.
- Равновесие жидкостей
1. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Л.Эйлера).
 2. Основное уравнение гидростатики.
 3. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум. Методы измерения давления и вакуума.
 4. Давление жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
 5. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность.
 6. Относительный покой жидкости.

ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ.

1. Два метода описания движения жидкости.
2. Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости.
3. Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости.
4. Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой жидкости.
5. Уравнение Бернулли для потока невязкой жидкости.
6. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости.
7. Расход для элементарной струйки и для потока. Уравнение неразрывности потока в гидравлической форме.
8. Измерение расхода жидкости дроссельными расходомерами.
9. Измерение скорости жидкости гидрометрическими трубками.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ.

1. Распределение скоростей и расход жидкости при ламинарном течении в круглой трубе.
2. Распределение скоростей при турбулентном движении (полуэмпирическая теория Прандтля)
3. Основное уравнение равномерного движения.
4. Потери напора на трение в круглой трубе.
5. Обобщенные гидравлические параметры для расчета трубопроводов.
6. Расчет короткого, сифонного трубопроводов.
7. Расчет простого длинного трубопровода.
8. Расчеты трубопроводов с последовательным, параллельным соединением и при равномерной раздаче расхода.
9. Гидравлический удар в трубах.
10. Понятие об определении экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода.
11. Местные сопротивления.

1. Истечение жидкостей
2. Равномерное движение жидкости в открытых руслах.
3. Гидравлически наивыгоднейшее сечение.
4. Понятие о расчете безнапорного гидротранспорта
5. Относительное движение тела и жидкости
6. Осаждение твердых частиц в жидкости.
7. Давление ветра на здания и сооружения.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

1. Условия подобия гидродинамических явлений.
2. Критериальные уравнения движения жидкости.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации представлены на портале дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle дисциплина "Гидрогазодинамика"
<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=2041>

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Расчет разветвленной трубопроводной сети

Целью настоящего расчета является определение диаметра труб и потребного напора заданной разветвленной трубопроводной сети

Расчет трубопроводной сети с участком параллельно соединенных трубопроводов

Задача гидравлического расчета состоит в распределении расхода по отдельным ветвям в зависимости от их диаметров и в определении потерь напора.

Курсовая работа состоит из графической части и пояснительной записки.

Пояснительная записка включает в себя расчеты разветвленной сети и сети с участком параллельно-соединительных трубопроводов. Графическая часть выполняется на листе формата А2, на котором показываются расчетные схемы трубопроводов.

Расчет выполняется по вариантам согласно двум последним цифрам зачетной книжки.

Данные вариантов, методические указания и теоретическая часть представлены на портале

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (3 семестр).

В экзаменационный билет включено десять вопросов, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в форме тестирования (компьютерное, на портале дистанционного обучения Moodle), на экзамен отводится 15 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Жуков Н. П., Майникова Н. Ф., Гидрогазодинамика. Част 1. Гидравлика, Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015	http://www.iprbookshop.ru/64075.html
2	Муравьев А. В., Кожухов Н. Н., Дроздов И. Г., Баракова А. В., Гидрогазодинамика, Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018	http://www.iprbookshop.ru/93255.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Крестин Е. А., Лукс А. Л., Матвеев А. Г., Шабанова А. В., Гидрогазодинамика (с элементами процессов и аппаратов), Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015	http://www.iprbookshop.ru/49890.html

1	Карпов К. А., Олехнович Р. О., Прикладная гидрогазодинамика, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/213017
---	--	---

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Портал дистанционного обучения moodle.spbgasu.ru Курс "Гидрогазодинамика"	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=930

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Лабораторные работы по гидравлике	http://www.labrab.ru/spbgasu
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehlit.ru/
Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации в области строительства и проектирования, безопасности и охраны труда, энергетики и нефтегаза, права.	http://docs.cntd.ru
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
NanoCAD Инженерный BIM	Сертификат с 14.09.2022
LibreOffice	Свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
25. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

25. Учебная лаборатория Теплогазоснабжения и вентиляции:
2-я Красноармейская ул. Ауд: 137, 341, 427

Наклонный микроанометр ММН-2400(5)-1.0;
Наклонный микроанометр ММН;
Компенсационный микроанометр «Аскания»;
Кататермометр; Глобтермометр; Психрометр
«Ассмана»; Барометр; Секундомер;
Пневмометрическая трубка; Лабораторный стенд
«Аэродинамические испытания канальных
вентиляторов RS 125 L»; Координатник;
Дыммашина – VF-1; Тахометр – ТЧ10-Р;
Анемометр цифровой; Радиальный вентилятор ЭВ
3,15; Лабораторный стенд «Испытание
нагревательных приборов»; Насос «Wilо»; Бак для
воды; Вентиль D 15; Балансировочный клапан
MSV-C D15; Пьезометр; Вентилятор радиальный
ВЦ 4-70; Водяной счетчик СГ-15; Термометр
цифровой; Мерная ирисовая диафрагма IRIS 160;
Стенд «Пункты редуцирования газа», «Устройство
регулятора давления газа»; Стенд «Детали
проточного водонагревателя»; Стенд
«Внутридомовое газовое оборудование»; Стенд
«Внутридомовое газовое оборудование»,
«Устройство бытовых теплогенераторов»; Стенд
«Внутридомовое газовое оборудование»,
«Устройство проточных водонагревателей»; Стенд
«Внутридомовое газовое оборудование»,
«Устройство газовых плит»;
Стенд «Внутридомовое газовое оборудование»,
«Устройство внутреннего газопровода», Учет
расхода газа», «Система контроля загазованности в
помещении»; Стенд «Излучающие горелки»;
Стенды «Устройство газовых счетчиков»,
«Устройство излучающей газовой горелки»,
«Горелки бытовых газовых плит»; Стенд
«Изоляция стальных газопроводов»
Стенд «Конденсационный газовый котел Rendamax
R30»; Стенд «Элементы и детали полиэтиленовых
газопроводов»
Макет ШБГУ; Горелка ЕМ-3Е; ШРДГ -10; ВПГ-9;
Анализатор газа АХТП; Мембранный газовый
счетчик U-образные манометры; Поплавковый
ротаметр РС-5; Бытовой счетчик газа;
Лабораторный стенд «Автономная
автоматизированная система отопления» ЭЛБ-
160.015.01; Лабораторный стенд
«Автоматизированная котельная на жидком и
газообразном топливе» ЭЛБ- 160.014.01;
Лабораторный стенд «Приборы учета тепловой
энергии и теплоносителя» АО «Взлёт»
Тепловизор testo 890; Тепловизор testo 865;
Многофункциональный измерительный прибор
testo 435-4
Компактный термоанемометр testo 425;
Термогигрометр для долгосрочной работы testo
625; Инфракрасный термометр testo 830-T1 с
лазерным целеуказателем (оптика 10:1);
Компактный анемометр с крыльчаткой, testo 416;

	Тахометр testo 470; Карманный анемометр с крыльчаткой и сенсором влажности, testo 410-2; Дифференциальный манометр testo 512, от 0 до 2 гПа; Газоанализатор testo 310 с принтером; Влагомер древесины и строительных материалов testo 616; Манометр дифференциальный цифровой ДМЦ-01М
25. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.
25. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.