

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Теоретические основы электротехники и энергетики»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
Б1.О.13 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»
для направления подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
по профилю
«Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения
очная, заочная

Санкт-Петербург
2024

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры *«Теоретические основы электротехники и энергетики»*
Протокол № 4 от 05.12.2024 г.

Заведующий кафедрой
*«Теоретические основы электротехники и
энергетики»*
05.12.2024 г.

К.К. Ким

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
05.12.2024 г.

М.Ю. Кудрин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» (Б1.О.13) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 28 февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 143.

Целью изучения дисциплины является получение необходимых знаний и умений соответствующих данной дисциплине.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- Получение знаний об основных физических свойствах и законах движения жидкостей и газов;
- Умение применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;
- Получение навыков применения знаний основ термодинамики, гидрогазодинамики и теплообмена для проведения расчетов в области профессиональной деятельности;
- Умение использовать методики проведения типовых гидро- и газодинамических расчетов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-4. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	
ОПК-4.1.1. Знает основные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.	Обучающийся знает: – Основные физические свойства жидкостей и газов, газовая постоянная. – Молекулярную структуру и особенности жидкого и газообразного состояния среды. Плотность, вязкость, давление, поверхностное натяжение жидкостей. Кипение жидкости, кавитация. – Законы движения жидкостей и газов, потери напора и гидравлические сопротивления. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки, сопло Лаваля. – Понятие пограничного слоя, обтекание тел жидкостью, движение газа в криволинейных каналах. Дросселирование газа, эффект Джоуля – Томпсона.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
Контактная работа (по видам учебных занятий)		
В том числе:	80	80
– лекции (Л)	16	16
– практические занятия (ПЗ)	32	32
– лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	64	64
Контроль	36	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	180 / 5	180 / 5

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
Контактная работа (по видам учебных занятий)		
В том числе:	20	20
– лекции (Л)	4	4
– практические занятия (ПЗ)	8	8
– лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	151	151
Контроль	9	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	180 / 5	180 / 5

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Введение	Лекция 1. «Введение» Предмет гидравлики. Исторический обзор развития гидравлики. Физические свойства капельных жидкостей и газов. Реальная и идеальная жидкость. Силы, действующие в жидкости.	ОПК-4.1.1.
		Практическое занятие 1. «Основные параметры жидкостей и газов»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала и материалов практического занятия	ОПК-4.1.1.
2	Статика жидкости	Лекция 2. «Статика жидкости» Статика капельных жидкостей. Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики капельных	ОПК-4.1.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		жидкостей. Закон Паскаля. Поверхности равного давления. Виды гидростатического давления. Эпюры гидростатического давления. Пьезометр и пьезометрическая высота. Вакуумметр и вакуумметрическая высота. Сила гидростатического давления на плоские поверхности и центр давления. Сила гидростатического давления на криволинейные цилиндрические поверхности. Плавание тел. Статика газов. Уравнения состояния газов. Распределение давления газа по высоте.	
		Практическое занятие 2. «Статика жидкости»	ОПК-4.1.1.
		Лабораторная работа 1. «Определение внутреннего трения воздуха при различных температурах» Лабораторная работа 2. «Определение внутреннего трения жидкости при различных температурах»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала и материалов практического занятия. Обработка результатов лабораторных работ.	ОПК-4.1.1.
3	Основы динамики жидкости	Лекция 3. «Основы динамики жидкости» Основные понятия. Уравнение неразрывности потока жидкости при установившемся движении. Трубка Пито. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Равномерное и неравномерное движение. Напорное и безнапорное движение. Форма напорной и пьезометрической линий при установившемся движении несжимаемой жидкости.	ОПК-4.1.1.
		Лабораторная работа 3. «Определение газопроницаемости пористых материалов»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала. Обработка результатов лабораторной работы.	ОПК-4.1.1.
4	Потери напора	Лекция 4. «Потери напора» Общие сведения. Режимы движения жидкости. Распределение скоростей в живом сечении потока. Шероховатость. Определение потерь напора по длине потока. Формула Шези и определение	ОПК-4.1.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		коэффициента. Шези Определение местных потерь напора.	
		Практическое занятие 3. «Построение пьезометрического графика тепловых сетей»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала и материалов практического занятия	ОПК-4.1.1.
5	Напорные трубопроводы	Лекция 5. «Напорные трубопроводы» Классификация напорных трубопроводов. Расчет трубопроводов для несжимаемых жидкостей. Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов. Вакуум и кавитация в напорных трубопроводах. Гидравлический удар. Расчет трубопроводов для газов. Расчет при малых перепадах давления газа. Расчет при больших перепадах давления газа.	ОПК-4.1.1.
		Практическое занятие 4. «Построение графиков статических и динамических напоров тепловой сети»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала и материалов практического занятия	ОПК-4.1.1.
6	Тепловые сети	Лекция 6. «Тепловые сети» Классификация тепловых сетей. Особенности конструкции. Основы гидравлического расчета тепловых сетей.	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала	ОПК-4.1.1.
7	Истечение через отверстия и насадки	Лекция 7. «Истечение через отверстия и насадки». Классификация отверстий, насадков и характеристики истечений. Истечение при постоянном напоре из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок.	ОПК-4.1.1.
		Лабораторная работа 4. «Изучение эффекта Джоуля-Томсона»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала. Обработка результатов лабораторной работы.	ОПК-4.1.1.
8	Моделирование гидро-аэродинамических явлений	Лекция 6. «Моделирование гидро-аэродинамических явлений». Цели и виды моделирования. Виды физического подобия. Критерии подобия. Методика и практические возможности физического моделирования.	ОПК-4.1.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала	ОПК-4.1.1.

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Введение	Лекция 1. «Введение» Предмет гидравлики. Исторический обзор развития гидравлики. Физические свойства капillary жидкостей и газов. Реальная и идеальная жидкость. Силы, действующие в жидкости.	ОПК-4.1.1.
		Практическое занятие 1. «Основные параметры жидкостей и газов»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала и материалов практического занятия	ОПК-4.1.1.
2	Статика жидкости	Лекция 2. «Статика жидкости» Статика капillary жидкостей. Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики капillary жидкостей. Закон Паскаля. Поверхности равного давления. Виды гидростатического давления. Эпюры гидростатического давления. Пьезометр и пьезометрическая высота. Вакуумметр и вакуумметрическая высота. Сила гидростатического давления на плоские поверхности и центр давления. Сила гидростатического давления на криволинейные цилиндрические поверхности. Плавание тел. Статика газов. Уравнения состояния газов. Распределение давления газа по высоте.	ОПК-4.1.1.
		Практическое занятие 2. «Статика жидкости»	ОПК-4.1.1.
		Лабораторная работа 1. «Определение внутреннего трения воздуха при различных температурах» Лабораторная работа 2. «Определение внутреннего трения жидкости при различных температурах»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала и материалов практического занятия. Обработка результатов лабораторных работ.	ОПК-4.1.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
3	Основы динамики жидкости	Лекция 3. «Основы динамики жидкости» Основные понятия. Уравнение неразрывности потока жидкости при установившемся движении. Трубка Пито. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Равномерное и неравномерное движение. Напорное и безнапорное движение. Форма напорной и пьезометрической линий при установившемся движении несжимаемой жидкости.	ОПК-4.1.1.
		Лабораторная работа 3. «Определение газопроницаемости пористых материалов»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала. Обработка результатов лабораторной работы.	ОПК-4.1.1.
4	Потери напора	Лекция 4. «Потери напора» Общие сведения. Режимы движения жидкости. Распределение скоростей в живом сечении потока. Шероховатость. Определение потерь напора по длине потока. Формула Шези и определение коэффициента. Шези. Определение местных потерь напора.	ОПК-4.1.1.
		Практическое занятие 3. «Построение пьезометрического графика тепловых сетей»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала и материалов практического занятия	ОПК-4.1.1.
5	Напорные трубопроводы	Лекция 5. «Напорные трубопроводы» Классификация напорных трубопроводов. Расчет трубопроводов для несжимаемых жидкостей. Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов. Вакуум и кавитация в напорных трубопроводах. Гидравлический удар. Расчет трубопроводов для газов. Расчет при малых перепадах давления газа. Расчет при больших перепадах давления газа.	ОПК-4.1.1.
		Практическое занятие 4. «Построение графиков статических и динамических напоров тепловой сети»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала и материалов практического занятия	ОПК-4.1.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
6	Тепловые сети	Лекция 6. «Тепловые сети» Классификация тепловых сетей. Особенности конструкции. Основы гидравлического расчета тепловых сетей.	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала	ОПК-4.1.1.
7	Истечение через отверстия и насадки	Лекция 7. «Истечение через отверстия и насадки». Классификация отверстий, насадков и характеристики истечений. Истечение при постоянном напоре из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок.	ОПК-4.1.1.
		Лабораторная работа 4. «Изучение эффекта Джоуля-Томсона»	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала. Обработка результатов лабораторной работы.	ОПК-4.1.1.
8	Моделирование гидро- аэродинамических явлений	Лекция 6. «Моделирование гидро- аэродинамических явлений». Цели и виды моделирования. Виды физического подобия. Критерии подобия. Методика и практические возможности физического моделирования.	ОПК-4.1.1.
		Самостоятельная работа. Обработка лекционного материала	ОПК-4.1.1.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение	2	8	-	8	18
2	Статика жидкости	2	8	16	8	34
3	Основы динамики жидкости	2	-	8	8	18
4	Потери напора	2	8	-	8	18
5	Напорные трубопроводы	2	8	-	8	18
6	Тепловые сети	2	-	-	8	10
7	Истечение через отверстия и насадки	2	-	8	8	18
8	Моделирование гидроаэродинамических явлений	2	-	-	8	10
	Итого	16	32	32	64	144
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						180

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение	0,5	2	-	7	9,5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
2	Статика жидкости	0,5	2	4	8	14,5
3	Основы динамики жидкости	0,5	-	2	8	10,5
4	Потери напора	0,5	2	-	8	10,5
5	Напорные трубопроводы	0,5	2	-	8	10,5
6	Тепловые сети	0,5	-	-	8	8,5
7	Истечение через отверстия и насадки	0,5	-	2	8	10,5
8	Моделирование гидроаэродинамических явлений	0,5	-	-	8	8,5
	Итого	4	8	8	151	171
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						180

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/ магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Учебная лаборатория «Машинный зал» оборудованная следующими установками используемыми в учебном процессе:

- «Определение газопроницаемости пористых материалов»;
- «Исследование эффекта Джоуля – Томсона»;
- «Определение коэффициента внутреннего трения воздуха»;
- «Определение коэффициента внутреннего трения жидкости»;

- «Определение рабочих параметров вентилятора»

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

- Киселев И.Г., Кудрин М.Ю., Никольский Д.В., Краснов А.С. Тепловые сети. Гидравлический и тепловой расчет. Учебное пособие. Типография ПГУПС, СПб, 2015., 51 с.
- Никольский Д.В., Краснов А.С. Гидрогазодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Типография ПГУПС, СПб, 2011., 21 с.
- Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стойиздат, 1975, 327 с.
- Штеренлихт Д.В. Гидравлика. Книги 1 (350 с.) и 2 (367 с.). М.: Энергоатомиздат, 1991;
- Методические указания к лабораторным работам по гидравлике. – СПб.: ПГУПС, ч.1, 1995, ч.2, 1999.
- Определение гидростатического давления. – СПб.: ПГУПС, 1996, 25 с.
- Расчет силы гидростатического давления жидкости на плоские поверхности. – СПб.: ПГУПС, 1993, 33 с.

- Расчет сил гидростатического давления жидкости на криволинейные цилиндрические поверхности. – СПб.: ПГУПС, 1993, 28 с.
 - Зависимость коэффициента гидравлического трения от числа Рейнольдса. – СПб.: ПГУПС, 1994, 15 с.
 - Расчет коротких трубопроводов. – СПб.: ПГУПС, 1992, 33 с.
 - Гидравлический расчет разветвленного (тупикового) трубопровода. – СПб.: ПГУПС, 20 с.
- 8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:
- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
 - Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;

Разработчик рабочей программы,
доцент

М.Ю. Егоров

05.12.2024