



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)**

Нагнетатели и тепловые двигатели

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)

Целью преподавания дисциплины является приобретение слушателями знаний об устройстве, принципе работы нагнетателей и тепловых двигателей различного типа, сведений о работе нагнетателей в гидравлической сети, о совместной работе нагнетателей, соединенных параллельно или последовательно, принципах подбора нагнетателей и тепловых двигателей.

Задачами освоения дисциплины являются формирование общего представления о принципах работы нагнетателей в сети, об эффективной работе нагнетателей и энергосбережении, обучение слушателя подбору нагнетателей для систем отопления, теплоснабжения, водоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, теоретическая, методическая и нормативная подготовка студентов для выполнения проектов по вентиляции и теплоснабжению

## 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
ПК-2 Способен к разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства, обеспечению экологической безопасности ОПД и разработке экозащитных мероприятий, мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД	ПК-2.1 Принимает участие в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства	<b>знает</b> терминологию основ проектной документации <b>умеет</b> разрабатывать схемы размещения ОПД <b>владеет</b> терминологией для разработки схем ОПД
ПК-3 Способен к проверке технического состояния и остаточного ресурса ОПД, организации профилактических осмотров и текущего ремонта ОПД	ПК-3.1 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД	<b>знает</b> правила технологической дисциплины эксплуатации ОПД <b>умеет</b> обеспечивать освоение наиболее актуальных для работы над проектами способов деятельности и подготовку к разработке и реализации собственных проектов. <b>владеет</b> систематизацией ранее полученных знаний, умением и навыками подготовки исследований, выбору проблемы, сбору и анализу информации

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.04 основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Гидрогазодинамика	ОПК-3.1, ОПК-3.2
2	Техническая термодинамика	ОПК-2.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5

Гидрогазодинамика

Знать основные законы гидростатики и гидродинамики

Техническая термодинамика

Знает фундаментальные законы термодинамики

Владеет навыками практического применения знаний теплотехнических законов, принципов работы теплообменников, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Вентиляция	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.2
2	Тепловые пункты	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3	Кондиционирование воздуха и холодоснабжение	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-9.4, УК-9.5, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-2.5, ОПК-2.6, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-3.6, ОПК-3.7, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6

**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
			6
<b>Контактная работа</b>	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Лабораторные занятия (Лаб)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	16	0	16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,05		1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
<b>Часы на контроль</b>	26,75		26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	68,2		68,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	144		144
<b>зачетные единицы:</b>	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. Тепловые двигатели										
1.1.	Паровые турбины	6	2		3			6	11	ПК-2.1, ПК-3.1	
1.2.	Газовые турбины и газотурбинные установки	6	2		3			9,2	14,2	ПК-2.1, ПК-3.1	
1.3.	Двигатели внутреннего сгорания	6	1		2			6	9	ПК-2.1, ПК-3.1	
2.	2 раздел. Нагнетатели										
2.1.	Классификация	6	1					6	7	ПК-2.1, ПК-3.1	
2.2.	Вентиляторы	6	2					8	10	ПК-2.1, ПК-3.1	
2.3.	Насосы	6	2				2	8	12	ПК-2.1, ПК-3.1	
2.4.	Компрессоры	6	2				2	6	10	ПК-2.1, ПК-3.1	
2.5.	Характеристики нагнетателей	6	2		4		6	10	22	ПК-2.1, ПК-3.1	
2.6.	Работа нагнетателей в сети	6	2		4		6	9	21	ПК-2.1, ПК-3.1	
3.	3 раздел. Иная контактная работа										
3.1.	Иная контактная работа	6							0,8	ПК-2.1, ПК-3.1	
4.	4 раздел. Контроль										
4.1.	Контроль	6							27	ПК-2.1, ПК-3.1	

**5.1. Лекции**

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Паровые турбины	Паровые турбины Рабочий процесс в турбинной ступени. Потери в ступенях турбины, коэффициенты полезного действия и размеры рабочих лопаток
2	Газовые турбины и газотурбинные установки	Газовые турбины Характеристики рабочего процесса турбинной ступени. Потери в ступенях, коэффициенты полезного действия, мощности

		и расход газа газовой турбины. Параметры, характеризующие работу, газотурбинных установок. Камеры сгорания газотурбинных установок.
3	Двигатели внутреннего сгорания	Двигатели внутреннего сгорания Параметры, характеризующие работу двигателя. Тепловой баланс двигателя.
4	Классификация	Классификация Классификация нагнетателей. Объемные, лопаточные и струйные нагнетатели.
5	Вентиляторы	Вентиляторы Вентиляторы радиальные, осевые, вихревые и диаметральные
6	Насосы	Насосы Насосы поршневые, плунжерные, диафрагменные, зубчатые, пластинчатые, вихревые, центробежные и осевые.
7	Компрессоры	Компрессоры Компрессоры поршневые, ротационные, спиральные и винтовые.
8	Характеристики нагнетателей	Характеристики нагнетателей Универсальная характеристика. Зависимость создаваемого давления, потребляемой мощности и КПД от расхода нагнетателя. Характеристики нескольких нагнетателей одного типа представленных на одной номограмме. Построение новых характеристик нагнетателей в связи с изменением плотности перемещаемой жидкости, числа оборотов нагнетателя и диаметра рабочего колеса.
9	Работа нагнетателей в сети	Работа нагнетателей в сети Работа нагнетателя с характеристикой, имеющей седловину в сети с большим сопротивлением. Влияние неточности расчета сети, плотности перемещаемой жидкости, отключения части сети на работу нагнетателя. Построение суммарной характеристики нагнетателей при последовательной и параллельной их работе в сети. По известным параметрам (потери давления и расход перемещаемой жидкости) подбор нагнетателя необходимого размера. Подбор электродвигателя необходимой мощности и числа оборотов.

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Паровые турбины	Паровые турбины Принципиальные схемы паровых турбин. Преобразование энергии парового потока на рабочих лопатках. Потери в ступенях турбины. Тепловой расчет ступени паровой турбины.
2	Газовые турбины и газотурбинные установки	Газовые турбины Потери в ступенях, коэффициенты полезного действия, мощности и расход газа газовой турбины. Параметры, характеризующие работу, газотурбинных установок.
3	Двигатели внутреннего сгорания	Двигатели внутреннего сгорания Тепловой расчет двигателя.
8	Характеристики нагнетателей	Характеристики нагнетателей Построение универсальной характеристики нагнетателя. Построение обезличенной характеристики нагнетателя. Перерасчет характеристик нагнетателей.
9	Работа нагнетателей в	Работа нагнетателей в сети

	сети	Подбор нагнетателей. Параллельная и последовательная работа нагнетателей.
--	------	---

### 5.3. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
6	Насосы	Насосы Изучении конструкций насосов.
7	Компрессоры	Компрессоры Изучении конструкций компрессоров.
8	Характеристики нагнетателей	Характеристики нагнетателей Построение аэродинамической характеристики сети воздухопроводов. Испытание радиального вентилятора.
9	Работа нагнетателей в сети	Работа нагнетателей в сети Исследование режима работы двух вентиляторов при параллельном и последовательном включении в сеть. Распределение давлений в сети воздухопроводов. Потери давления в отдельных элементах сети.

### 5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Паровые турбины	Паровые турбины Принципиальные схемы паровых турбин. Преобразование энергии парового потока на рабочих лопатках. Потери в ступенях турбины. Тепловой расчет ступени паровой турбины.
2	Газовые турбины и газотурбинные установки	Газовые турбины Характеристики рабочего процесса турбинной ступени. Потери в ступенях, коэффициенты полезного действия, мощности и расход газа газовой турбины. Параметры, характеризующие работу, газотурбинных установок. Камеры сгорания газотурбинных установок.
3	Двигатели внутреннего сгорания	Двигатели внутреннего сгорания Параметры, характеризующие работу двигателя. Тепловой баланс двигателя.
4	Классификация	Классификация Классификация нагнетателей. Объемные, лопаточные и струйные нагнетатели.
5	Вентиляторы	Вентиляторы Вентиляторы радиальные, осевые, вихревые и диаметрально-осевые
6	Насосы	Насосы Насосы поршневые, плунжерные, диафрагменные, зубчатые, пластинчатые, вихревые, центробежные и осевые.
7	Компрессоры	Компрессоры Компрессоры поршневые, ротационные, спиральные и винтовые.
8	Характеристики нагнетателей	Характеристики нагнетателей Универсальная характеристика. Зависимость создаваемого давления, потребляемой мощности и КПД от расхода нагнетателя. Характеристики нескольких нагнетателей одного типа представленных на одной номограмме. Построение новых характеристик нагнетателей в связи с изменением

		плотности перемещаемой жидкости, числа оборотов нагнетателя и диаметра рабочего колеса.
9	Работа нагнетателей в сети	Работа нагнетателей в сети Работа нагнетателя с характеристикой, имеющей седловину в сети с большим сопротивлением. Влияние неточности расчета сети, плотности перемещаемой жидкости, отключения части сети на работу нагнетателя. Построение суммарной характеристики нагнетателей при последовательной и параллельной их работе в сети. По известным параметрам (потери давления и расход перемещаемой жидкости) подбор нагнетателя необходимого размера. Подбор электродвигателя необходимой мощности и числа оборотов.



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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических и лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к выполнению контрольных работ;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется выполнением контрольных работ по темам дисциплины согласно РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ознакомится с методическими рекомендациями к выполнению лабораторных работ;
- подготовить отчеты по выполненным лабораторным работам;
- подготовиться к промежуточной аттестации. Итогом изучения дисциплины является экзамен.

Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – тестирование. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 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	Паровые турбины	ПК-2.1, ПК-3.1	экзамен
2	Газовые турбины и газотурбинные установки	ПК-2.1, ПК-3.1	экзамен
3	Двигатели внутреннего сгорания	ПК-2.1, ПК-3.1	экзамен
4	Классификация	ПК-2.1, ПК-3.1	экзамен
5	Вентиляторы	ПК-2.1, ПК-3.1	контрольная работа, экзамен
6	Насосы	ПК-2.1, ПК-3.1	контрольная работа, экзамен

7	Компрессоры	ПК-2.1, ПК-3.1	экзамен
8	Характеристики нагнетателей	ПК-2.1, ПК-3.1	контрольная работа, экзамен
9	Работа нагнетателей в сети	ПК-2.1, ПК-3.1	контрольная работа, экзамен
10	Иная контактная работа	ПК-2.1, ПК-3.1	
11	Контроль	ПК-2.1, ПК-3.1	

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

Задания на контрольную работу расположены по адресу:  
<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=603>

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК-2.1, ПК-3.1)

1. Исследование совместной работы двух одинаковых вентиляторов в вентиляционной сети.
2. Подбор насоса для подъема жидкости на высоту и проверка его работы.

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

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:  - 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> <p>умения:  - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки:  - 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;  - безупречно 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>
---------------------------------------	--

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - 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> <p>навыки: - 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>
<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. Классификация нагнетателей
2. Конструкция осевых нагнетателей.
3. Классификация насосов.
4. Основы теории радиальных нагнетателей.
5. Области применения нагнетателей.
6. Канальные вентиляторы.
7. Диаметральные вентиляторы.
8. Характеристики вентиляторов.
9. Подбор вентиляторов.
10. Метод наложения характеристик.
11. Высота всасывания центробежных насосов.
12. Влияние отключения части сети на работу вентилятора.
13. Вентиляторы специального назначения.
14. Работа вентилятора в сети.
15. Регулирование работы вентиляторов.
16. Последовательная работа нагнетателей.
17. Параллельная работа нагнетателей.
18. Влияние неточности расчета сети на работу вентилятора.
19. Влияние плотности на работу вентиляторов
20. Струйные насосы.
21. Объемные насосы.
22. Устройство и принцип действия центробежных насосов.
23. Подбор насосов для систем отопления.
24. Высота всасывания центробежных насосов.
25. Назначение и классификация компрессоров.
26. Высота всасывания центробежных насосов.
27. Кавитационный запас насоса.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания приведены в комплекте тестовых заданий, расположенные по адресу:  
<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=603>

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

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

#### 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.  
Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования.

#### 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»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>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.</p>	<p>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</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -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>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -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>	<p>Обучающийся демонстрирует: -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.</p>

<p>умения</p>	<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>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. 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
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Демешкин В. П., Романенко Б. Р., Плужник А. В., Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ, Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2020	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/99384.html">https://www.iprbooks.hop.ru/99384.html</a>
2	Наумов С. А., Хаустова Е. В., Садчиков А. В., Соколов В. Ю., Фирсова Е. В., Цвяк А. В., Тепловые двигатели и нагнетатели, Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/61415.html">https://www.iprbooks.hop.ru/61415.html</a>
3	Кузнецов Ю. В., Никифоров А. Г., Насосы, вентиляторы, компрессоры, Санкт-Петербург: Лань, 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/199508">https://e.lanbook.com/book/199508</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Васильев В. М., Федоров С. В., Кудрявцев А. В., Насосы и насосные станции, СПб., 2017	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/00836/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/00836/</a>
2	Быкова П. Г., Дуданова Ю. П., Насосы и воздухоподводящие станции, Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/90640.html">https://www.iprbooks.hop.ru/90640.html</a>
3	Толстых А.В., Дорошенко Ю.Н., Пенявский В.В., Насосы, вентиляторы и компрессоры, Москва: ТГАСУ, 2018	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930578362.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930578362.html</a>
1	Епифанов В. С., Судовые тепловые двигатели, часть 1 «Судовые двигатели внутреннего сгорания», Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2010	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/46766.html">https://www.iprbooks.hop.ru/46766.html</a>

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
Нагнетатели и тепловые двигатели	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=603">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=603</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации в области строительства и проектирования, безопасности и охраны труда, энергетики и нефтегаза, права.	<a href="http://docs.cntd.ru">http://docs.cntd.ru</a>
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehlit.ru/">http://www.tehlit.ru/</a>
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	<a href="http://www2.viniti.ru">www2.viniti.ru</a>
Библиотека статей журнала НП «АВОК»	<a href="http://www.abok.ru/articleLibrary/">http://www.abok.ru/articleLibrary/</a>

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)
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. 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.
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 стройматериалов testo 616; Манометр дифференциальный цифровой ДМЦ-01М
---

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