1|

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры
_____ И. В. Ярмоленко
«22» мая 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
_____
«22» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Теплогидродинамические процессы в технологическом оборудовании систем теплогазоснабжения

направление подготовкии (специальность):

08.04.01 Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):

Теплогазоснабжение населенных мест и промышленных предприятий

Квалификация

магистр

Форма обучения
очная

Институт: инженерно -строительный
Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки
- 08.04.01 строительство (уровень магистратуры), утвержденного приказом №482 от 31 мая 2017г.

- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель канд. техн. наук, доц. (А.С. Семиненко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Теплогазоснабжения и вентиляции

«___14___» ___05_____2021__ г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф (В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«__27____» _____05_____2021 г., протокол № ____10_____

Председатель: канд. техн. наук, доц. (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3 Сбор и систематизация информации по проблеме…
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.1 Выбор метода и методики выполнения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения
ПК0-3 Способность осуществлять обоснование технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции.	ПКО-3.2 Выбор метода и методики выполнения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-1.3 Сбор и систематизация информации по проблеме…	Знает перспективные направления при организации процессов тепломассообмена и гидродинамики в оборудовании систем ТГС Умеет осуществлять критический анализ при выборе оборудования систем теплогазоснабжения
ОПК-1.1 Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности	Знает терминологию и основные законы гидродинамики, термодинамики, процессов теплообмена, массообмена, действующие в устройствах систем ТГС Имеет навыки определения структуры, элементов и их характеристик для выбора энерго эффективного оборудования систем теплогазоснабжения
ПКО-3.2 Выбор метода и методики выполнения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	Знает методики решения задач в области расчета систем создания микроклимата с использованием уравнений гидростатики и гидрогазодинамики и тепломассообмена Имеет навыки решения задач в области расчета систем теплогазоснабжения, на основе теоретического и экспериментального исследования

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция __УК-1_ Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Основы научных исследований
2	Гидродинамика и тепломассообмен в оборудовании отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
3	Учебная ознакомительная практика…
4	Производственная исполнительская практика

2. Компетенция _ОПК-1 Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Прикладная математика
2	Гидродинамика и тепломассообмен в оборудовании отопления , вентиляции и кондиционирования воздуха

3. Компетенция _ПКО-3 Способность осуществлять обоснование технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование энергосберегающих систем отопления зданий и сооружений
2	Проектирование комплексных систем вентиляции и кондиционирования воздуха
3	Проектирование обеспыливающей вентиляции и пылегазоочистного оборудования
4	Гидродинамика и тепломассообмен в оборудовании отопления , вентиляции и кондиционирования воздуха
5	Математическое моделирование процессов отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
6	Численные методы решения задач отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
7	Вычислительный эксперимент в научных исследованиях
8	Аэродинамика вентиляции, механика аэрозолей
9	Аэродинамика воздушных и пылевых потоков
10	Учебная ознакомительная практика…
11	Производственная научно-исследовательская работа
12	Производственная исполнительская практика
13	Производственная преддипломная практика

4. Компетенция ПКО-7 Способность обеспечивать безопасность при строительстве и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование энергосберегающих систем отопления зданий и сооружений
2	Проектирование комплексных систем вентиляции и кондиционирования воздуха
3	Проектирование обеспыливающей вентиляции и пылегазоочистного оборудования
4	Гидродинамика и тепломассообмен в оборудовании отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
5	Организация эксплуатации, ремонта и обслуживания климатического оборудования
6	Производственная исполнительская практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет ___4__ зач. единиц, __144__часов.

Форма промежуточной аттестации __экзамен_

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации		
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	48	48
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем
Курс_1_ Семестр _1__

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1.	**Термодинамическая система. Рабочие тела и требования к ним. Первый и второй закон термодинамики, его аналитические выражения. Термодинамические циклы в оборудовании систем теплогазоснабжения.**				
	Основные термодинамические параметры состояния рабочего тела. Смеси идеального газа. Первый закон термодинамики, его аналитические выражения и практическое значение. Теплота и работа. Теплоемкость газов. Использование теплоемкости в расчетах систем теплоснабжения аппаратов и оборудования ТГС. Круговые процессы. Цикл Карно и его практическое значение в расчете альтернативных источниках тепла.	4	8		10
2.	**Реальные газы их практическое применение в расчетах систем ТГС. Истечение газов и жидкостей**.				
	Свойства реальных газов. Водяной пар, основные понятия и определения. Расчет расхода и скорости жидкостей и газов, вытекающих из отверстий и насадков.	4	8		12
3.	**Уравнения гидродинамики. Виды и расчет гидравлических сопротивлений. Последовательность расчета инженерных сетей различного назначения**.				
	Основные понятия гидродинамики. Виды движений жидкости и газа. Уравнения баланса расхода (уравнение неразрывности), баланса энергии (уравнение Бернулли). Виды и расчет гидравлических сопротивлений при различных режимах движения жидкости (потери на трение и местные сопротивления). Последовательность расчета инженерных сетей различного назначения.	4	8		12
4.	**Тепло и массообменные процессы в оборудовании систем теплогазоснабжения**				
	Тепловые процессы. Физические основы процессов теплопроводности. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл. Передача тепла конвекцией. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Природа и основные законы теплового излучения. Сложный теплообмен. Уравнение теплопередачи через однослойные и многослойные плоские и цилиндрические стенки. Классификация и	5	10		14

	основные уравнения массообменных процессов. Тепло – и массообменные устройства. Принцип расчета и подбора теплообменников.				
	ИТОГО	17	34		48
	ИДЗ				9
	Экзамен				36
	ВСЕГО	17	34		93

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготТГСу к практическим занятиям
семестр №_1				
1	Термодинамическая система. Рабочие тела и требования к ним. Термодинамические циклы в оборудовании ТГС.	Практическое применение основных законов идеального газа. Расчет теплоемкости газов и газовых смесей. Расчет коэффициента полезного действия прямого цикла Карно. Определение холодильного коэффициента обратного цикла Карно.	8	8
2	Реальные газы. Истечение газов и жидкостей.	Определение параметров водяного пара с помощью I-S диаграммы. Расчет расхода жидкости и газа, вытекающих через отверстия и насадки.	8	8
3	Уравнения гидродинамики. Виды и расчет гидравлических сопротивлений. Последовательность расчета инженерных сетей.	Расчет потерь напора на трение при ламинарном и турбулентных режимах движения жидкости. Гидравлический расчет трубопроводов и воздуховодов различного назначения. Расчет газопроводов при малых и высоких перепадах давления.	8	8
4	Тепло и массообменные процессы в оборудовании систем теплогазоснабжения	Расчет тепловых процессов передачи тепла теплопроводностью и конвекцией. Расчет коэффициентов излучения. Примеры расчета тепло и массообменных процессов и аппаратов с использованием законов гидродинамики	10	10
		ИТОГО:	34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория или посредствам электронной информационно-образовательной среды университета.

Индивидуальное домашнее задание

Цель задания: Приобретение практических навыков расчета гидравлических сопротивлений в трубопроводах различного назначения, тепло-и массообменных процессов в оборудовании систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений.

Структура работы. Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (потери напора на трение и местные сопротивления, расчет разветвленного трубопровода, газодинамический расчет газопроводов, процессы изменения параметров рабочей среды, расчет теплопроводности, теплообменников).

Оформление индивидуального домашнего задания.

ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет индивидуального домашнего задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; теоретическое задание; практическая часть; список использованной литературы. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты индивидуальных домашних заданий.

Задание № 1. Гидравлический расчет газопроводов и теплопроводов РГЗ включает:
- расчет диаметров при заданном расходе и скорости среды;
- расчет потерь давления на трение и местные сопротивления;
- подбор побудителя движения для работы на сеть;
- расчет гидравлических потерь напора в простых и сложных трубопроводах.

Задание №2. Расчет тепло-массообменных процессов в установках теплогазоснабжения:
- построение процессов получения пара на i-s диаграмме;
- расчет теплонасосной установки.

Задание 1. По трубе с внутренним диаметром d = 50 мм течет вода со средней скоростью w. Средняя температура воды $t_ж$, температура стенки трубы $t_{ст}$ постоянна. Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи и количество передаваемого в единицу времени тепла (линейную плотность теплового потока, Вт/м), если относительная длина трубы l/d=100.

Задача	Величина	Последняя цифра учебного шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	w, м/с	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
	$t_ж$, °С	70	65	60	55	50	45	45	35	30	25
	$t_{ст}$, °С	100	95	90	85	80	75	75	65	60	55

Задание 2. Определить потери тепла в единицу времени с 1 м длины горизонтально расположенной цилиндрической трубы, охлаждаемой свободным потоком воздуха, если температура стенки трубы t_c, температура воздуха в помещении $t_в$, а диаметр трубы d. Лучистым теплообменом пренебречь.

Последняя цифра шифра	Диаметр трубы *d*, мм	Предпоследняя цифра шифра	Температура, °С	
			стенки трубы, t_c	воздуха, $t_в$
0	200	0	250	15
1	230	1	240	20
2	210	2	230	25
3	240	3	220	35
4	250	4	210	25
5	270	5	200	20
6	300	6	190	15
7	320	7	180	10
8	340	8	170	5
9	360	9	160	0

Задание 3. Найти среднее значение коэффициента теплоотдачи при плёночной конденсации сухого насыщенного водяного пара давлением ρ около горизонтальной трубки (диаметром d=0,03 м и длиной l=0,8 м), имеющей температуру поверхности $t_{ст}$. Какое количество указанных трубок потребуется для конденсации 500 кг пара в час?

Задача	Величина	Последняя цифра учебного шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	ρ, МПа $t_{ст}$, °С	0,005 10	0,010 15	0,025 20	0,050 22	0,1 25	0,2 30	0,3 35	0,4 40	0,5 45	0,6 50

Задание 4. Горизонтальный трубопровод с наружным диаметром d=0,25 м, длиной l=20 м имеет температуру поверхности $t_{ст}$, степень черноты поверхности ε_1=0,72. Определить количество тепла, которое отдает трубопровод в окружающую среду излучением и конвекцией, кВт (в условиях свободного движения воздуха), если температура воздуха $t_в$ = 23°С. как изменится суммарный коэффициент теплоотдачи конвекцией и излучением (отношение суммарного удельного теплового потока к разности температур поверхности и среды), если при прочих неизменных условиях путем специального покрытия уменьшить степень черноты поверхности до ε_2?

Задача	Величина	Последняя цифра учебного шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	$t_{ст}$, °С ε_2	300 0,30	290 0,28	280 0,26	270 0,25	260 0,24	250 0,22	240 0,20	230 0,16	220 0,12	210 0,10

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция _ УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-1.3 Сбор и систематизация информации по проблеме…	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач по определению производительности систем ТГС, контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос
…	

2 Компетенция ОПК-1 …способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. … Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Экзамен, выполнение и защита ИДЗ, решение задач по расчету тепло-и массообменных процессов в оборудовании ТГС, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

3 Компетенция ПК0-3 Способность осуществлять обоснование технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКО-3.2 Выбор метода и методики выполнения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	Экзамен, выполнение и защита ИДЗ, решение задач по определению тепло-и холодопроизводительности систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

Компетенция ПКО-7 Способность обеспечивать безопасность при строительстве и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКО-7.2 Контроль режимов эксплуатации оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	Экзамен, выполнение и защита ИДЗ, тестовый контроль, собеседование о правилах эксплуатации оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, устный опрос.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Термодинамическая система. Рабочие тела и требования к ним. Первый и второй закон термодинамики, его аналитические выражения. Термодинамические циклы в оборудовании ТГС.	1. Понятие о внешней и внутренней энергии тела. Две формы передачи энергии. Теплота и работа. Основные параметры состояния рабочего тела. 2. Смеси идеальных газов. Определение средней (кажущейся) молекулярной массы, плотности и газовой постоянной смеси. 3. Внутренняя энергия газа и ее определение. 4. Эквивалентность теплоты и работы. Формулировка и аналитическая форма I закона термодинамики. 5. Энтальпия, основные понятия и определения. 6. Основные понятия о теплоемкости. Массовая, объемная и мольная теплоемкости и их взаимосвязь. 7. Зависимость теплоемкости газа от температуры. Истинная и средняя теплоемкости и их взаимосвязь. Теплоемкость газовых смесей. 8.Энтропия, основные понятия и определения. Вычисление изменения энтропии идеального газа. Тепловая TS- диаграмма и ее применение. 9. Круговые процессы или циклы. Цикл Карно, прямой и обратный, его практическое значение в системах создания микроклимата. 10. Второй закон термодинамики, его сущность и основные формулировки, их связи с принципом действия технических устройств.
2	Реальные газы: водяной пар, влажный воздух. Процессы во влажном воздухе. Истечение газов и жидкостей.	1. Водяной пар и его значение в теплотехнике. Основные понятия и определения. PV-диаграмма водяного пара. 2. Определение параметров кипящей жидкости и сухого насыщенного пара по расчетным формулам, таблицам и iS-диаграмме. 3. Определение параметров влажного насыщенного пара по расчетным формулам и iS-диаграмме. 4. Процесс дросселирования газов и паров, его физическая сущность и уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. 5. Дросселирование реальных газов и водяного пара. Практическое использование процесса дросселирования. 6. Влажный воздух как смесь идеальных газов. Определение влагосодержания, относительной влажности и точки росы. 7. J-d- диаграмма влажного воздуха - принципы построения, характерные особенности, определение параметров, расчет процессов.
3	Уравнения гидродинамики. Виды и расчет гидравлических сопротивлений. Последовательность расчета инженерных сетей различного назначения.	1.Гидродинамические параметры потоков жидкостей и газов. 2. Основные уравнения гидродинамики, их практическое значение в расчетах оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. 3.Гидравлический расчет простых и сложных трубопроводов инженерных сетей. 4. Подбор вентиляционного оборудования для систем вентиляции и кондиционирования воздуха. 5. Гидравлический расчет систем. 6. Аэродинамический расчет воздуховодов.

4	Тепло и массообменные процессы в оборудовании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	1. Теплопроводность, основные понятия и определения. Закон Фурье. 2. Теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке - тепловой поток, тепловая проводимость, термическое сопротивление стенки. 3. Конвективный теплообмен — физическая сущность, основные понятия и определения. Закон Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи и его определение. 4. Характеристика основных критериев подобия процессов конвективного теплообмена (чисел Прандтля, Рейнольдса. Грасгофа, Нуссельта), их физический смысл и применение в тепловых расчетах. 5. Теплопередача, основные понятия и определения. Коэффициент теплопередачи, сопротивление теплопередачи и их определение. 6. Теплообмен излучением: физическая сущность процесса, интенсивность излучения, основные законы. 7. Сложный теплообмен, виды и расчет. 8 Массообменные процессы, основные уравнения. 9. Тепло и массообменные аппараты: классификация, схемы движения теплоносителей и их водяные эквиваленты, средний логарифмический температурный напор. 10. Основы теплового расчета рекуперативных теплообменных аппаратов

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Задача 1. В качестве нагревательных приборов системы отопления использованы стальные трубы d_1 =0,1 м. Стояк, подводящий нагретую воду, и соединительные линии выполнены из труб d_2 =0,025 м и приварены к торцам нагревательных труб. Определить потери давления при внезапном расширении трубопроводов, если скорость движения горячей воды в подводящих линиях υ = 0,3 м/с, а температура воды 80°С.

Задача 2. Недалеко от конца трубопровода диаметром d= 0,15 м, транспортирующего вязкую жидкость (ρ =900 кг/м^3, $\nu = 1 \cdot 10^{-4}$ м^2/с), имеется задвижка Лудло. Определить пьезометрическое давление перед задвижкой при расходе $Q = 0,04$ м^3/с, если степень открытия задвижки n= 0,75. В конце трубопровода давление равно атмосферному.

Задача 3. Определить поверхность нагрева водо-водяного рекуперативного теплообменника при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей, если объемный расход воды при нормальных условиях $V_н$, средний коэффициент теплопередачи K, начальные и конечные температур, t'_1, t''_1, t'_2, и t''_2 соответственно. Определить также расход воды G через теплообменник.

Указание. Среднюю объёмную изобарную теплоёмкость воздуха принять равной C'_{pm}=1,32 КДж/(м^3·К).

Исходные данные: $V_н$·=500 м^3/ч; К=21 Вт/(м^2·К); t'_1=500°С;
t''_1=250°С; t'_2=10°С; t''_2=90°С.

Определить: величиныF и $G_в$.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание законов гидродинамики, теплообмена и массообмена
	Знание алгоритмов решения задач по гидравлике и теплотехнике
	Объем освоенного материала по гидродинамике и тепломассообмену.
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение использовать инструментарий для решения стандартных задач при расчете и выбору оборудования ТГС
	Умение применять теоретические основы законов сохранения энергии и материи при расчете систем создания микроклимата
	Умение рассчитывать тепло- и холодопроизводительность оборудования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
	Умение осуществлять критический анализ при выборе оборудования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ТГС)
Навыки	Владеть навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов гидродинамики и тепломассообмена в оборудовании систем ТГС
	Владеть навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ТГС
	Владеть навыками обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции
	Владеть навыками работы со справочным материалом, используя средства информационных технологий

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания .

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий законов гидравлики и теплотехники	Не знает терминов и определений законов гидравлики и теплотехники	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения законов гидравлики и теплотехники	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание алгоритмов решения задач по расчету теплообменных процессов и гидродинамики	Не знает алгоритмы решения задач по расчету теплообменных процессов и гидродинамики	Знает алгоритмы решения задач по расчету теплообменных процессов и гидродинамики	Знает алгоритмы решения задач, их интерпретирует и использует	Знает алгоритмы решения задач, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала по гидродинамике и тепломассообмену в оборудовании	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными

ТГС				знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать инструментарий для решения стандартных задач по гидродинамике и теплотехнике	Не умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач по ГД и ТМО	Умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач не в полном объеме	Умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач в полном объеме	Умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач в полном объеме, может его самостоятельно изменять
Умение применять теоретические основы для построения процессов обработки воздуха на i-d диаграмме	Не умеет применять теоретические основы для построения и расчета процессов обработки воздуха на i-d диаграмме	Умеет применять теоретические основы для построения и расчета процессов обработки воздуха на i-d диаграмм	Умеет применять теоретические основы для построения и расчета процессов обработки воздуха на i-d диаграмм, но допускает неточности	Умеет применять теоретические основы для построения и расчета процессов обработки воздуха на i-d диаграммв полном объёме
Умение осуществлять гидравлический расчет трубопроводов различного назначения	Не умеет определять гидродинамические характеристики воздуховодов и трубопроводов систем ТГС	Умеет частично определять гидродинамические характеристики воздуховодов и трубопроводов систем ТГС	Умеет определять гидродинамические характеристики воздуховодов и трубопроводов систем ТГС, но допускает неточности	Умеет определять определять гидродинамические характеристики воздуховодов и трубопроводов систем ТГС в полном объеме
Владеть навыками работы со справочным материалом, используя средства информационных технологий	Не умеет решать с помощью чертежей различные практические задачи по размещению оборудования ТГС	Умеет решать с помощью чертежей различные практические задачи, но допускает неточности	Умеет решать с помощью чертежей различные практические задачи по выбору и размещению установок ТГС в полном объеме	Умеет решать с помощью чертежей различные практические задачи, а также самостоятельно их формулировать

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки .

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов гидродинамики и тепломассообмена в оборудовании систем ТГС	Не владеет навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов гидродинамики и тепломассообмена в оборудовании систем ТГС	Владеет навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов ГД ТМО в оборудовании систем ТГС не в полном объеме	Владеет навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов ГД ТМО в оборудовании систем ТГС, но допускает неточности	Владеет навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов ГД ТМО в оборудовании систем ТГС в полном объеме
Владеть навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ТГС	Не владеет навыками в применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ТГС	Владеет навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ТГС не в полном объеме	Владеет навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ТГС но допускает неточности	Владеет навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ТГС в полном объеме
Владеть навыками обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции	Не владеет навыками решения позиционных и метрических задач по начертательной геометрии	Владеет навыками решения позиционных и метрических задач по начертательной геометрии не в полном объеме	Владеет навыками решения позиционных и метрических задач по начертательной геометрии, но допускает неточности	Владеет навыками решения позиционных и метрических задач по начертательной геометрии в полном объеме
Владеть навыками работы со справочным аппаратом, используя средства информационных технологий	Не владеет навыками работы со справочным аппаратом, используя средства информационных технологий	Владеет навыками работы со справочным аппаратом, но не использует средства информационных технологий	Владеет навыками работы со справочным аппаратом, используя средства информационных технологий не в полном объеме	Владеет навыками работы со справочным аппаратом, используя средства информационных технологий не в полном объеме

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации ГК, №312, 313,	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, информационные стенды,
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий и для самостоятельной работы ГК, №007, №003, №314.	Специализированная мебель, информационные стенды, Интерактивная доска, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук,

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программные комплексы «AUTOCAD , MS WORD».

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ильина Т.Н., Семиненко А.С., Киреев В.М. Примеры расчетов тепло- и массообменных процессов: Учебное пособие –Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. - 144с.
2. Ильина Т.Н. Примеры гидравлических расчетов: учебное пособие - Белгород: Изд-во БГТУ, 2008.-150с.
3. Ильина Т.Н. Гидродинамика и тепломассообмен в оборудовании систем создания микроклимата: учебное пособие - Белгород: Изд-во БГТУ, 2017.-150с.
4. Кузнецов В.А. Основы гидрогазодинамики: Учебное пособие –Белгород: Изд-во БГТУ, 2012
5. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей. Учебное пособие.- М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005- 192с.
6. Ильина Т.Н., Киреев В.М. Механика жидкости и газа: методические указания.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2008-42с.
7. Логинов В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену: Учебное пособие –М.: Изд-во АСВ, 2011.
8. Цветков Ф.Ф. Задачник по тепломасообмену: Учебное пособие /

Ф.Ф. Цветков, Р.В. Керимов, В.И. Величко. -2-ое изд., исправ. и доп.- М.: Издательский дом МЭИ,2008.- 196 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

http://www.iprbookshop.ru/20500.html
http://www.iprbookshop.ru/20797
http://www.iprbookshop.ru/17063
https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918151705619300004316
http://www.iprbookshop.ru/20500.html
https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917444637067200004003