



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/
« 31 » * 05 * 20 19 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

/Уваров В.А./
« 31 » * 05 * 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Численные методы решения задач теплогазоснабжения

направление подготовки:

08.04.01 «Строительство»

Направленность программы:

Теплогазоснабжение населенных мест и промышленных предприятий

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжение и вентиляции

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (уровень магистратура), утвержденного приказом № 482 от 31.05.2017 г.
- учебного плана БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2019 году.

Составитель (составители): асс., к.т.н.



(И.В. Крюков)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Теплогазоснабжение и вентиляция

Заведующий кафедрой: профессор, д.т.н.



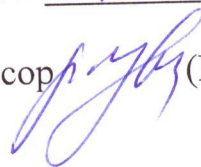
(В.А. Уваров)

« 14 » 05 2019 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2019 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор



(В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 30 » 05 2019 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент



(А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения при прохождении практики
Проектный		<p>ПКО-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: нормативные документы и необходимые методы для выполнения проектных расчетов систем теплогазоснабжения и вентиляции Уметь: выбирать данные для проведения расчетов различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции Владеть: необходимыми методами для выполнения проектных расчетов систем теплогазоснабжения и вентиляции</p>
	<p>ПКО-3 Способность осуществлять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>	<p>ПКО 3.2 Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: методы и методики необходимые для выполнения требуемых расчетов Уметь: проводить расчетное обоснование предлагаемых им конструктивных и технических решений Владеть: методиками для проведения требуемых расчетов</p>
		<p>ПКО-3.3 Выполнение и контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, документирование результатов расчётного обоснования</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: нормативные методы и способы, направленные на выполнение и контроль проведения расчетного обоснования различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции Уметь: составлять документацию результатов расчетного обоснования</p>

			<p>различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p>Владеть: необходимой информацией для проведения и контроля выполнения расчетного обоснования различных решений систем теплогазоснабжения</p>
		<p>ПКО-3.4 Выбор варианта технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции на основе технико-экономического сравнения вариантов</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать: методики выбора и сравнения вариантов различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p>Уметь: выбирать различные варианты решений систем теплогазоснабжения и вентиляции на основе технико-экономического сравнения вариантов</p> <p>Владеть: методиками выбора и сравнения вариантов различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции</p>
<p>Научно-исследовательский</p>	<p>ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции</p>	<p>ПКР 1.1 Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать: как правильно осуществляется постановка задач исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p>Уметь: формулировать цель и ставить перед собой в рамках цели задачи исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p>Владеть: методами формулирования целей и постановки задач в сфере теплогазоснабжения и вентиляции</p>
		<p>ПКР 1.2 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере теплогазоснабжения и</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать: методы и методики проведения исследования в</p>

		вентиляции	сере теплогазоснабжения и вентиляции Уметь: выбирать методики проведения исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции Владеть: методами и методиками проведения исследования в сере теплогазоснабжения и вентиляции
		ПКР 1.3 Составление плана исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: правила и методики составления плана исследований Уметь: составлять план исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции Владеть: правилами и методиками составления плана исследований
		ПКР 1.4 Определение перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: правила составления перечня ресурсов для проведения исследования Уметь: определять и составлять необходимый перечень ресурсов для проведения исследований Владеть: правилами составления перечня ресурсов для проведения исследования
		ПКР 1.5 Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: требования и правила для составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере теплогазоснабжения и вентиляции Уметь: составлять и проводить аналитический обзор научно-технической информации в сфере теплогазоснабжения и вентиляции

			Владеть: требованиями и правилами для составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере теплогазоснабжения и вентиляции
		ПКР 1.6 Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: методы и алгоритмы разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов Уметь: разрабатывать физические и/или математические модели исследуемых объектов Владеть: методами и алгоритмами разработки физических и/или математических моделей исследуемых объектов
		ПКР 1.7 Проведение математического моделирования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: основы математического моделирования для проведения исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции Уметь: строить математические модели и проводить их исследование Владеть: основами математического моделирования для проведения исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции
		ПКР 1.8 Обработка и систематизация результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающих поведение исследуемого объекта	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: методы обработки и систематизации результатов исследования и получения экспериментально-статистических моделей, описывающих поведение исследуемого объекта Уметь: проводить обработку и систематизацию

		результатов исследования Владеть: методами обработки и систематизации результатов исследования и получения экспериментально- статистических моделей, описывающих поведение исследуемого объекта
--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Проектирование энергосберегающих систем теплоснабжения
2	Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок
3	Проектирование газораспределительных систем
4	Теплогидродинамические процессы в технологическом оборудовании систем теплогазоснабжения
5	Математическое моделирование процессов теплогазоснабжения
6	Вычислительный эксперимент в научных исследованиях
7	Процессы горения и горелочные устройства
8	Сжигание топлива и контроль процессов горения
9	Основы автоматизированного проектирования систем теплогазоснабжения
10	Основы автоматизированного проектирования оборудования теплогазоснабжения
11	Производственная научно-исследовательская работа
12	Производственная преддипломная практика

Компетенция ПКР 1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины ²
1	Математическое моделирование процессов теплогазоснабжения
2	Вычислительный эксперимент в научных исследованиях
3	Производственная научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

¹ В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

² В таблице должны быть представлены все дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	-	-
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	57	57
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	48	48
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	зачет

4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

п/п	Наименование раздела (модуля)	К-во лекционных часов	Объем на тематический раздел, час		
			Практические и др. занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1	Численные методы решения нелинейных уравнений, системы линейных алгебраических уравнений. Метод деления отрезка пополам. Метод Ньютона. Метод простой итерации. Метод	2	-	4	6

	Гаусса. Метод обратной матрицы.				
2	Численные методы интегрирования, решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод парабол. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты.	2	-	4	6
3	Численные моделирование при решении задач аэро-, гидродинамики, теплообмена. Метод конечных элементов. Метод конечных разностей. Метод конечных объемов. Программные продукты, используемые для численного моделирования (ANSYS, SolidWorks Flow Simulation, COMSOL).	2	-	4	6
4	Основы численных исследований в SolidWorks Flow Simulation. Построение расчетной модели. Понятие эскиза. Создание и редактирование эскиза. Построение вспомогательных точек, отрезков, плоскостей. Построение различных элементов из эскиза. Построение отверстий и вырезов. Понятие сборки.	5	-	8	12
5	Настройка решателя SolidWorks Flow Simulation. Общие настройки. Понятие внешней и внутренней задачи. Стационарное и нестационарное условия. Задание начальных условий. Задание граничных условий. Типы граничных условий. Построение расчетной сетки.	4	-	8	10
6	Обработка результатов численного исследования.	2	-	6	8
	ВСЕГО	17	-	34	48
	ВСЕГО	17	-	34	48

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий.

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Семестр № 2				
1	1	Методы решения нелинейных уравнений, системы линейных алгебраических уравнений	4	4

2	2	Методы интегрирования, решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	4	4
3	3, 4	Построение модели теплообменного аппарата	10	10
4	5	Численное моделирование процессов теплообмена аппарата	4	4
5	6	Обработка результатов численного моделирования.	4	4
ИТОГО			34	34

4.4. Содержание курсового проекта

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуального домашнего задания

Учебным планом предусмотрено выполнение студентом индивидуального домашнего задания. На основании лабораторных занятий студент выполняет построение трехмерной модели и проводит ее численное исследование и моделирование процессов теплообмена или течения жидкости/газа в программном комплексе SolidWorks Flow Simulation.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКО-3.1 Выбор данных для выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКО 3.2 Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКО-3.3 Выполнение и контроль проведения расчетного обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем	Собеседование, устный опрос, зачет

теплогазоснабжения, документирование расчётного обоснования	вентиляции, результатов	
ПКО-3.4	Выбор варианта технологических, конструктивных решений теплогазоснабжения, вентиляции на основе технико-экономического сравнения вариантов	Собеседование, устный опрос, зачет

Компетенция ПКР 1 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКР 1.1 Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКР 1.2 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКР 1.3 Составление плана исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКР 1.4 Определение перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКР 1.5 Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКР 1.6 Разработка физических и/или математических моделей исследуемых объектов	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКР 1.7 Проведение математического моделирования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКР 1.8 Обработка и систематизация результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающих поведение исследуемого объекта	Собеседование, устный опрос, зачет

5.2 Типовые контрольные задания для зачета

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Численные методы решения нелинейных уравнений, системы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод деления отрезка пополам. 2. Метод Ньютона. 3. Метод простой итерации.

	линейных алгебраических уравнений	4. Метод Гаусса. 5. Метод обратной матрицы.
2	Численные методы интегрирования, решения обыкновенных дифференциальных уравнений	1. Метод прямоугольников. 2. Метод трапеций. 3. Метод парабол. 4. Метод Эйлера. 5. Метод Рунге-Кутты.
3	Численные моделирование при решении задач аэро-, гидродинамики, теплообмена	1. Метод конечных элементов. 2. Метод конечных разностей. 3. Метод конечных объемов. 4. Программные продукты, используемые для численного моделирования.
4	Основы численных исследований в SolidWorks Flow Simulation	1. Построение расчетной модели. 2. Понятие эскиза. 3. Создание и редактирование эскиза. 4. Построение вспомогательных точек, отрезков, плоскостей. Построение различных элементов. 5. Построение отверстий и вырезов. 6. Понятие сборки.
5	Настройка решателя SolidWorks Flow Simulation	1. Общие настройки. 2. Понятие внешней и внутренней задачи. 3. Стационарное и нестационарное условия. 4. Задание начальных условий. 5. Задание граничных условий. 6. Типы граничных условий. 7. Построение расчетной сетки.
6	Обработка результатов численного исследования	1. Вывод результатов моделирования. 2. Вывод поверхностных и объемных параметров. 3. Построение траектории потока. 4. Построение результатов на поверхности и в сечении. 5. Построение графиков.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения индивидуального домашнего задания.

Цель задания: Целью задания является проведение студентом численного моделирования в программном комплексе SolidWorks Flow Simulation элемента системы теплоснабжения или газоснабжения согласно теме магистерской работы по согласованию с преподавателем.

Оформление индивидуального домашнего задания. ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в виде отчета на листах формата А4. Отчет индивидуального домашнего задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание, практическая часть в виде результатов численных вычислений, выполненных в программном комплексе «SolidWorks» в пакете «Flow Simulation», графиков, построенных в вычислительном редакторе «Microsoft Excel», список используемой литературы. Выполнение практической части ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты последовательности выполнения полученного задания должны быть раскрыты и обоснованы. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

5.4 Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Умение использовать термины, определения, понятия
	Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы
	Объем освоенного материала
	Способность полностью отвечать на вопросы
	Способность четко излагать и интерпретировать знания
Владение	Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями
	Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5

<i>Знание терминов, определений, понятий</i>	<i>Не знает терминов и определений</i>	<i>Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок</i>	<i>Знает термины и определения</i>	<i>Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно</i>
<i>Знание основных закономерностей, соотношений, принципов</i>	<i>Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний</i>	<i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний</i>	<i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует</i>	<i>Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать</i>
<i>Объем освоенного материала</i>	<i>Не знает значительной части материала дисциплины</i>	<i>Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей</i>	<i>Знает материал дисциплины в достаточном объеме</i>	<i>Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями</i>
<i>Полнота ответов на вопросы</i>	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает неполные ответы на все вопросы</i>	<i>Дает ответы на вопросы, но не все - полные</i>	<i>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы</i>
<i>Четкость изложения и интерпретации знаний</i>	<i>Излагает знания без логической последовательности</i>	<i>Излагает знания с нарушениями в логической последовательности</i>	<i>Излагает знания без нарушений в логической последовательности</i>	<i>Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя</i>
	<i>Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами</i>	<i>Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками</i>	<i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i>	<i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний</i>
	<i>Неверно излагает и интерпретирует знания</i>	<i>Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний</i>	<i>Грамотно и по существу излагает знания</i>	<i>Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

<i>Критерий</i>	<i>Уровень освоения и оценка</i>			
	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Умение использовать термины, определения, понятия</i>	<i>Не умеет использовать термины и определения</i>	<i>Умеет использовать термины и определения, но допускает неточности формулировок</i>	<i>Умеет использовать термины и определения</i>	<i>Умеет использовать термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно</i>
<i>Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы</i>	<i>Не умеет использовать основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний</i>	<i>Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний</i>	<i>Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и</i>	<i>Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и</i>

			<i>использует</i>	<i>использовать</i>
Объем освоенного материала	<i>Не способен к освоению значительной части материала дисциплины</i>	<i>Способен к освоению только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей</i>	<i>Способен к освоению материала дисциплины в достаточном объеме</i>	<i>Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями</i>
Способность полностью отвечать на вопросы	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает неполные ответы на все вопросы</i>	<i>Дает ответы на вопросы, но не все - полные</i>	<i>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы</i>
Способность четко излагать и интерпретировать знания	<i>Излагает знания без логической последовательности</i>	<i>Излагает знания с нарушениями в логической последовательности</i>	<i>Излагает знания без нарушений в логической последовательности</i>	<i>Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя</i>
	<i>Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами</i>	<i>Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками</i>	<i>Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i>	<i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний</i>
	<i>Неверно излагает и интерпретирует знания</i>	<i>Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний</i>	<i>Грамотно и по существу излагает знания</i>	<i>Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями	<i>Не владеет терминами и определениями</i>	<i>Владеет терминами и определениями, но допускает неточности формулировок</i>	<i>Владеет терминами и определениями</i>	<i>Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их самостоятельно</i>
Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов	<i>Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний</i>	<i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний</i>	<i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, их интерпретирует и использует</i>	<i>Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать</i>
Объем освоенного материала	<i>Не владеет значительной частью материала дисциплины</i>	<i>Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей</i>	<i>Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме</i>	<i>Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями</i>
Полнота ответов на вопросы	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает неполные ответы на все вопросы</i>	<i>Дает ответы на вопросы, но не все - полные</i>	<i>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы</i>
Четкость	<i>Владеет знаниями</i>	<i>Владеет знаниями с</i>	<i>Владеет знаниями</i>	<i>Владеет знаниями в</i>

изложения и интерпретации знаний	<i>без логической последовательности</i>	<i>нарушениями в логической последовательности</i>	<i>без нарушений в логической последовательности</i>	<i>логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя</i>
	<i>Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами</i>	<i>Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками</i>	<i>Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i>	<i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний</i>
	<i>Неверно излагает и интерпретирует знания</i>	<i>Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний</i>	<i>Грамотно и по существу излагает знания</i>	<i>Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы</i>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

Учебные занятия при изучении курса «Численные методы решения задач ТГС» проводятся в компьютерном классе кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Предусматривается использование сертифицированного программного обеспечения для численного моделирования систем теплогазоснабжения.

Каждый магистр проводит численное моделирование элемента систем теплогазоснабжения для своей выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программные комплексы «SolidWorks Flow Simulation» (учебная версия).

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Математические модели и численные методы САПР систем ТГВ / К. И. Логачев, О. А. Аверкова; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. - 154 с.

2. Логачев, К.И. Математическое моделирование и математическое обеспечение систем теплогазоснабжения и вентиляции [Электронный ресурс] <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920344837515700001801>

3. Волков, Е. А. Численные методы: учеб. пособия / Е. А. Волков. - СПб.: Лань, 2004, 2008 - 248 с.

4. Киреев, В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах: учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2008. – 480с.

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

1. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике : учеб. / В. С.

Зарубин; ред.: В. С. Зарубин, А. П. Крищенко. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 495 с.

2. Кузнецов В.А., Трубаев П.А. Математические модели тепломассопереноса в высокотемпературных установках: монография Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017112816464969400000655211>

3. Рубанов В. Г., Величко Д. В./Численные методы и оптимизация : учеб. пособие для студентов технических специальностей вузов. Издательство: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2004. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017020713440928400000651054>

4. Пирумов, У. Г. Численные методы: учебное пособие / У. Г. Пирумов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Дрофа, 2003. - 221 с.

5 Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.И. Аверченков — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>

6. Янилкин Ю.В., Стаценко В.П., Козлов В.И. Математическое моделирование турбулентного перемешивания в сжимаемых средах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.В. Янилкин, В. П. Стаценко, В.И. Козлов — Саратов: Российский федеральный ядерный центр, 2009. — 508с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18438>

7. Саталкина Л.В., Пеньков В.Б. Математическое моделирование: задачи и методы механики. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.В. Саталкина, В.Б. Пеньков В.Б. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2013. — 97с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22880>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 20 20 /20 21 учебный год.
Протокол № 11 заседания кафедры от « 21 » 05 20 20 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО