



**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**

Вычислительный эксперимент в научных исследованиях

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.



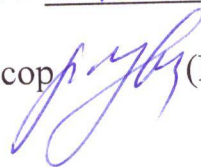
(В.А. Уваров)

« 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. Феокистов)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

			<p>расчетного обоснования различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p><b>Владеть:</b> 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><b>Знать:</b> методики выбора и сравнения вариантов различных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать различные варианты решений систем теплогазоснабжения и вентиляции на основе технико-экономического сравнения вариантов</p> <p><b>Владеть:</b> 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><b>Знать:</b> как правильно осуществляется постановка задач исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p><b>Уметь:</b> формулировать цель и ставить перед собой в рамках цели задачи исследования в сфере теплогазоснабжения и вентиляции</p> <p><b>Владеть:</b> 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</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> методы и методики</p>

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

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

			обработку и систематизацию результатов исследования <b>Владеть:</b> 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 <sup>1</sup>
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 <sup>2</sup>
1	Математическое моделирование процессов теплогазоснабжения
2	Вычислительный эксперимент в научных исследованиях
3	Производственная научно-исследовательская работа

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.

### 3.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	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	<b>Эксперимент: общие понятия.</b> Понятие эксперимента. Виды и классификация экспериментов. Вычислительный эксперимент. Этапы	2	-	4	6



	вычислительного эксперимента. Область применения.				
2	<b>Вычислительный эксперимент при решении задач аэро-, гидродинамики, теплообмена.</b> Программные продукты, используемые для численного моделирования (ANSYS, SolidWorks Flow Simulation, COMSOL). Численные методы решения исследуемых моделей.	2	-	4	6
3	<b>Основы компьютерного моделирования в SolidWorks Flow Simulation.</b> 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.	7	-	10	14
4	<b>Настройка решателя SolidWorks Flow Simulation.</b> Общие настройки. Понятие внешней и внутренней задачи. Стационарное и нестационарное условия. Задание начальных условий. Задание граничных условий. Типы граничных условий. Построение расчетной сетки.	4	-	10	14
5	<b>Обработка результатов численного исследования.</b>	2	-	6	8
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>48</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>48</b>

#### 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	Простые математические модели систем ТГС	4	4
2	2	Основы работы в SolidWorks Flow Simulation	4	4
3	3, 4	Компьютерное моделирование теплообменного аппарата	10	10
4	5	Компьютерное моделирование процессов теплообменного аппарата	4	4

5	6	Обработка результатов компьютерного 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 теплогазоснабжения, вентиляции, документирование результатов расчётного обоснования	Собеседование, устный опрос, зачет
ПКО-3.4 Выбор варианта технологических, технических и конструктивных решений систем 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	Эксперимент: общие понятия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие эксперимента.</li> <li>2. Виды и классификация экспериментов.</li> <li>3. Вычислительный эксперимент.</li> <li>4. Этапы вычислительного эксперимента.</li> <li>5. Область применения.</li> </ol>
3	Вычислительный эксперимент при решении задач аэро-, гидродинамики, теплообмена	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод конечных элементов.</li> <li>2. Метод конечных разностей.</li> <li>3. Метод конечных объемов.</li> <li>4. Программные продукты, используемые для численного моделирования.</li> </ol>

4	Основы компьютерного моделирования в SolidWorks Flow Simulation	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построение расчетной модели.</li> <li>2. Понятие эскиза.</li> <li>3. Создание и редактирование эскиза.</li> <li>4. Построение вспомогательных точек, отрезков, плоскостей. Построение различных элементов.</li> <li>5. Построение отверстий и вырезов.</li> <li>6. Понятие сборки.</li> </ol>
5	Настройка решателя SolidWorks Flow Simulation	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие настройки.</li> <li>2. Понятие внешней и внутренней задачи.</li> <li>3. Стационарное и нестационарное условия.</li> <li>4. Задание начальных условий.</li> <li>5. Задание граничных условий.</li> <li>6. Типы граничных условий.</li> <li>7. Построение расчетной сетки.</li> </ol>
6	Обработка результатов численного исследования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вывод результатов моделирования.</li> <li>2. Вывод поверхностных и объемных параметров.</li> <li>3. Построение траектории потока.</li> <li>4. Построение результатов на поверхности и в сечении.</li> <li>5. Построение графиков.</li> </ol>

### 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</i>	<i>Дает неполные ответы на все</i>	<i>Дает ответы на вопросы, но не все</i>	<i>Дает полные, развернутые ответы</i>

	<i>вопросов</i>	<i>вопросы</i>	<i>- полные</i>	<i>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 использует</i>	<i>Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать</i>
<i>Объем освоенного материала</i>	<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>
<i>Способность полностью отвечать 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>Способность четко излагать и интерпретировать знания</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 способен иллюстрировать</i>	<i>Способен выполнять поясняющие схемы</i>	<i>Способен выполнять</i>	<i>Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и</i>

	<i>поясняющими схемами, рисунками и примерами</i>	<i>и рисунки небрежно и с ошибками</i>	<i>поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i>	<i>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.*

<i>Критерий</i>	<i>Уровень освоения и оценка</i>			
	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями</i>	<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>
<i>Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов</i>	<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>
<i>Объем освоенного материала</i>	<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>
<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>Владеет знаниями без логической последовательности</i>	<i>Владеет знаниями с нарушениями в логической последовательности</i>	<i>Владеет знаниями без нарушений в логической последовательности</i>	<i>Владеет знаниями 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>

## **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.

5. Путилов, В.А. Вычислительный эксперимент в комплексных научных исследованиях /Уч.пособие -- Апатиты: Кольский НЦ РАН, 1992.-47с.

6. Кузьмин И.А., Путилов В.А., Фильчаков В.В. Распределенная обработка информации в научных исследованиях. - Л.: Наука, 1991- 304 с.

### **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 теплопереноса 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