

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 заочного обучения
Нестеров М.Н./
«15» 06 2016 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Гуваров В.А./
«16» 06 2016 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

**Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло-
и газоснабжении населенных мест и производств**

Направление подготовки:

08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки:

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение зданий,
сооружений, населенных пунктов

Вид деятельности

Изыскательская и проектно-конструкторская

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Заочная

Институт: инженерно строительный

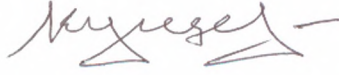
Кафедра: теплогазоснабжение и вентиляции

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавра), утвержденного приказом №201 от 12.03.2015г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016__ году.

Составитель: д.т.н., профессор
к.т.н., доцент



Кущев Л.А.
Феоктистов А.Ю.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 08 » июня 2016__ г., протокол № 15

Заведующий кафедрой: д. т. н, профессор



В.А. Уваров

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 16 » июня 2016__ г., протокол № 11

Председатель канд. техн. наук, доцент



(А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Формируемые компетенции | | | Требования к результатам обучения |
|-------------------------|-----------------|---|---|
| № | Код компетенции | Компетенция | |
| Общекультурные | | | |
| 1 | ОПК-1 | Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования | В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: фундаментальные основы своей будущей профессии, современные программные продукты Уметь: использовать методы математического моделирования процессов в теплогазоснабжении с применением современных компьютерных технологий Владеть: навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований режимов работы технологического оборудования теплогазоснабжения; способностью к определению цели исследований, выборе путей ее достижения, и анализу полученных результатов |
| Профессиональные | | | |
| 1 | ПК-1 | Способность демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин основной образовательной программы бакалавриата | В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: назначение инженерных сетей и оборудования, входящего в их состав, современное конструктивное исполнение, существующие проблемы в эксплуатации и направления совершенствования технических, технологических решений средств и способов энерго- и ресурсосбережения оборудования для их реализации при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств в РФ и за рубежом на перспективу; Уметь: определять назначение и основные технические характеристики оборудования для |

| | | | |
|---|------|--|---|
| | | | <p>тепло- и газоснабжения; владеть современной информацией о перспективах развития и направлениях их совершенствования для конкретных производственных условий эксплуатации; знать перспективы развития средств и способов энерго- и ресурсосбережения на примерах передовых производителей в РФ и за рубежом;</p> <p>Владеть: знаниями и навыками расчета и подбора, проектирования и эксплуатации инженерных сетей и технологического оборудования при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств.</p> |
| 2 | ПК-2 | <p>Владение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования</p> | <p>Знать: современные методы проведения инженерных исследований для разработки энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий</p> <p>Уметь: рассчитывать и проектировать технологическое оборудование систем теплогазоснабжения (трубопроводы, баки запаса горячей воды, теплоизоляционные конструкции и др.)</p> <p>Владеть: методами автоматизированного проектирования (САПР) тепловых и газовых сетей, теплоизоляционных конструкций для трубопроводов, котлов, систем удаления продуктов сгорания (газоходов и дымовых труб)</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля) |
|---|----------------------------------|
| 1 | История строительной отрасли |
| 2 | Математика |
| 3 | Физика |
| 4 | Информатика |
| 5 | Основы гидравлики и теплотехники |

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля) |
|---|---|
| 1 | Математическое моделирование процессов теплогазоснабжения |
| 2 | Испытания и анализ экспериментальных данных систем теплогазоснабжения |
| 3 | Проектирование теплогенерирующих и теплонасосных установок |
| 4 | Теплоснабжение |
| 5 | Газоснабжение |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 час.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 8 | Семестр № 9 | Семестр № 10 |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 144 | 2 | | |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 26 | 2 | 10 | 12 |
| лекции | 14 | 2 | 6 | 6 |
| лабораторные | 6 | - | 6 | |
| практические | 6 | - | - | 6 |
| Самостоятельная работа студентов, в том числе: | 118 | - | 51 | 67 |
| Курсовой проект | - | - | - | - |
| Курсовая работа | - | - | - | - |
| Расчетно-графическое задания | 18 | - | - | 18 |
| Индивидуальное домашнее задание | 9 | - | 9 | - |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i> | 91 | | 42 | 49 |
| Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | зачет | | зачет | зачет |

4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 семестр 8

Курс 5 Семестр 9

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|---|--|--|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| Вводная лекция. Курс 4 семестр 8 | | | | | |
| 1. Основные проблемы, требующие решения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств. | | | | | |
| | Общие сведения. Характеристика предприятия | 2 | | - | - |
| Курс 5 семестр 9 | | | | | |
| 2. Теплогенерирующие установки | | | | | |
| | Паровые и водогрейные котлы Тепловой баланс котельного агрегата КПД котельного агрегата ТЭЦ на базе газовых турбин и газопоршневых двигателей. Применение мини-ТЭЦ | 2 | | - | 10 |
| 3. Геотермальные ТЭЦ | | | | | |
| | Общая геотермальных характеристика ТЭЦ Физико-химические параметры геотермальной воды Проблемы борьбы с коррозией | 1 | | - | 10 |
| 4. Теплонасосные установки | | | | | |
| | Использование ТНУ на ТЭЦ для утилизация сбросной воды и в системах централизованного теплоснабжения | 1 | | 3 | 10 |
| 5. Современные ИТП и ЦТП | | | | | |
| | Назначение ИТП и ЦТП Применение в системах теплоснабжения | 1 | | 3 | 8 |
| 6. Теплообменники для ИТП и ЦТП | | | | | |
| | Кожухотрубные и пластинчатые Принцип подбора теплообменных аппаратов | 1 | | - | 7 |
| | Всего: | 6 | | 6 | 45 |

Курс 5 Семестр 10

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|---|--|--|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1. Децентрализованные и автономные системы теплоснабжения | | | | | |
| | Автономные, крышные, модульные котельные. | 1 | 1 | | 10 |
| 2. Местное регулирование режимов подачи тепла потребителю | | | | | |
| | Способы и средства регулирования | 1 | 1 | | 10 |
| 3. Уменьшение теплотерь при транспортировке теплоносителя | | | | | |
| | Теплотехнический расчет теплоизоляции, расчет оптимальных толщин теплоизоляции, развитие современных высокоэффективных конструкций теплоизоляции, развитие бесканальной прокладки тепловых сетей | 2 | 2 | | 10 |
| 4. Сжиженный, сжатый природный газ | | | | | |
| | Средства и способы получения. Применение, расчет основных параметров Трубопроводы и теплоизоляция | 1 | 1 | | 8 |
| 5. Альтернативные виды газового топлива | | | | | |
| | Сланцевый газ, биогаз, свалочный газ Способы и средства получения | 1 | 1 | | 8 |
| | Всего: | 6 | 6 | | 46 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического (семинарского) занятия | К-во лекц. часов | К-во часов СРС |
|------------|---|---|------------------|----------------|
| семестр №8 | | | | |
| 1 | Децентрализованные и автономные системы теплоснабжения | Крышные и модульные котельные. Расчет основных параметров. | 2 | 4 |
| 2 | Местное регулирование режимов подачи тепла потребителю | Способы и средства регулирования | 2 | 4 |
| 3 | Уменьшение теплотеря при транспортировке теплоносителя | Теплотехнический расчет теплоизоляции, оптимальных толщин теплоизоляции | 2 | 4 |
| 4 | Сжиженный, сжатый природный газ | Трубопроводы и теплоизоляция транспортных систем сжиженного природного газа | 1 | 2 |
| 5 | Альтернативные виды газового топлива (сланцевый, биогаз, свалочный газ) | Способы и средства получения | 1 | 2 |
| ИТОГО: | | | 8 | 16 |

4.3. Содержание лабораторных занятий

Курс 4 Семестр №7

| № п/п | Наименование лабораторной работы | К-во часов | К-во часов СРС |
|--------|--|------------|----------------|
| 1 | Определение параметров теплового насоса. | 3 | 3 |
| 2 | Изучение принципа действия автоматизированного индивидуального теплового пункта. | 3 | 3 |
| ИТОГО: | | 6 | 6 |

**5.ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО
ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

5.1.Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|----------|------------------------------------|---|
| 1 | Обеспечение энергией потребителей | <ol style="list-style-type: none"> 1. Теплоснабжения населенных мест и производств 2. Газоснабжение населенных мест и производств 3. Альтернативные виды топлива 4. «Зеленая энергетика» |
| 2 | ТЭЦ и их назначение | <ol style="list-style-type: none"> 1. Мини-ТЭЦ на базе газовых турбин 2. Мини-ТЭЦ на базе газопоршневых двигателей 3. Проблемы применения геотермальных источников тепловой энергии 4. Использование теплонасосных установок на ТЭЦ 5. Использование теплонасосных установок в системах теплоснабжения |
| 3 | Автономные системы теплоснабжения | <ol style="list-style-type: none"> 1. Децентрализованные системы теплоснабжения 2. Автономные системы теплоснабжения 3. Развитие децентрализованных и автономных систем теплоснабжения. 4. Крышные котельные. 5. Модульные котельные |
| 4 | Теплоизоляционные материалы | <ol style="list-style-type: none"> 1. Технические решения по уменьшению теплопотерь при транспортировке теплоносителя 2. Современные высокоэффективные конструкции теплоизоляции 3. Теплотехнический расчет теплоизоляции 4. Расчет оптимальных толщин теплоизоляции. |
| 5 | ИТП и ЦТП | <ol style="list-style-type: none"> 1. Современные автоматизированные индивидуальные тепловые пункты (ИТП) зданий. 2. Современные центральные тепловые пункты (ЦТП). 3. Конструкции и расчет высокоэффективных пластинчатых теплообменников для ИТП и ЦТП. |

| | | |
|----|---|---|
| | | 4. Теплообменные аппараты для ИТП и ЦТП |
| 6 | Регулирование режимов подачи тепла потребителям | <ol style="list-style-type: none"> 1. Способы и средства местного регулирования режимов подачи тепла в зданиях потребителей 2. График регулирования отпуска тепловой энергии 3. Местное регулирование теплотребления 4. Теплоаккумулирующие установки |
| 7 | Сжатый и сжиженный газ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Сжатый (комплмированный) природный газ (СПГ) и его применение 2. Сжиженный углеводородный газ (СУГ) 3. Использование сжиженного природного газа в качестве моторного топлива 4. Трубопроводы и теплоизоляция транспортных систем сжиженного природного газа 5. Использование перепада давления при дросселировании газа на ГРС (детандерные теплоэнергетические установки) |
| 8 | Коммерческий учет потребления газа | <ol style="list-style-type: none"> 1. Счетчики газа. Классификация 2. Энергоаудит 3. Хранилище газа |
| 9 | Расчет параметров Мини-ТЭЦ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет параметров мини-ТЭЦ на базе газовой турбины 2. Расчет параметров мини-ТЭЦ на базе газопоршневого двигателя 3. Расчет параметров геотермальной ТЭЦ |
| 10 | Теплонасосные установки | <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация ТНУ 2. Источники тепловой энергии для ТНУ |
| 10 | Расчет параметров котельной | <ol style="list-style-type: none"> 1. Выполнить расчет параметров автономной котельной применительно к схеме децентрализованного теплоснабжения 2. Выполнить расчет параметров крышной котельной 3. Выполнить расчет параметров модульной котельной |

5.2. Промежуточное и выходное тестирование.

Материалы промежуточного и выходного контроля утверждены методической комиссией ИСИ.

5.2.Перечень тем РГЗ их краткое содержание и объем.

Расчетно-графическое задание

На выполнение расчетно-графического задания (РГЗ) предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента

Цель задания: Приобретение практических навыков по расчету и подбору оборудования энергоэффективной коммунальной котельной

Структура работы. Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (расчет основных тепловых показателей котельной, Подбор пароводяных водоподогревателей, подбор сетевых насосов, подбор подпиточных насосов).

Оформление расчетно-графического задания. РГЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет расчетно-графического задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; практическая часть задания; список использованной литературы. Решение задач РГЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи РГЗ определяется преподавателем

Пример расчетно-графического задания

1. Расчет и подбор оборудования энергоэффективной коммунальной котельной с паровыми котлами ДЕ и ДКВР.

Исходные данные

Технологические исходные данные работы котельной

| Величина | Обозначение | Единица измерения | Значение |
|--|---------------|-------------------|----------|
| Абсолютное давление пара после котлов | $P_{п}$ | МПа | 2,4 |
| Температура перегретого пара | $t_{п.п.}$ | °С | 250 |
| Расход теплоты на нужды отопления и вентиляции | $Q_{ОВ макс}$ | МВт | 14,7 |
| Расход теплоты на нужды ГВС | $Q_{г.в.}$ | МВт | 6,9 |
| Расход пара на технологические нужды | $D^2_{т}$ | т/ч | 4,7 |
| Продувка непрерывная котлоагрегатов | P | % | 2 |
| Температура сетевой воды в подающем трубопроводе | T_1 | °С | 150 |
| Температура сетевой воды в обратном трубопроводе | T_2 | °С | 70 |

Индивидуальное домашнее задание

На выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ) предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента

Цель задания: Приобретение практических навыков по расчету и подбору тепловой изоляции для тепло- и паропроводов

Структура работы. Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (исходные данные; расчет требуемых сопротивлений теплопередаче теплоизолирующих конструкций; подбор теплоизолирующих и покровных материалов; расчет требуемой толщины теплоизолирующих материалов).

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 расчетно-графического задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; практическая часть задания; список использованной литературы. Решение задач ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем

Пример индивидуального домашнего задания

Подбор тепловой изоляции для паро- и теплопроводов. Технико-экономический расчет тепловой изоляции

Исходные данные

| № тепло- и паропровода | Транспортируемая среда (вода, пар, конденсат) | Диаметр, мм | Проектная температура теплоносителя, °С | Продолжительность работы в течении года, час |
|------------------------|---|-------------|---|--|
| T1 | Вода | 125 | 150 | 5989 |
| T2 | Вода | 125 | 70 | 5989 |
| T3 | Вода | 70 | 60 | 8760 |
| T7 | Пар | 500 | 255 | 8760 |
| T8 | Конденсат | 50 | 70 | 8760 |

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Делягин, Г. Н.; Лебедев, В. И.; Пермяков, Б. А.; Хаванов, П. А. Теплогенерирующие установки : учеб. для вузов / Г. Н. Делягин [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : БАСТЕТ, 2010. - 623 с. : ил
2. Кущев Л.А. Комплексное проектирование теплогенерирующей установки системы теплоснабжения: Учебное пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2012 – 156 с
3. А. Е. Полозов, Д. Ю. Суслов Газоснабжение : учеб. пособие для студентов заоч. формы обучения с применением дистанц. технологий специальности 270109(290700) ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. - 271 с.
4. Теплогазоснабжение и вентиляция : учеб. / ред. О. Н. Брюханов. - М.: Издательский центр "Академия", 2011. - 400 с.
5. Отопление : учеб. / А. Н. Сканава, Л. М. Махов. - М. : АСВ, 2002. - 575 с.
6. Автономное теплоснабжение : учебное пособие для студ. обуч. спец. 653500 / В. М. Полонский, Г. И. Титов, А. В. Полонский. - М. : АСВ, 2007. - 151 с.
7. Отопление и тепловые сети : учеб. / М. Ю. Варфоломеев, О. Я. Кокорин. - М. : Инфра-М, 2005. - 480 с.
8. Котельные установки и их эксплуатация : учеб. / Б. А. Соколов. - М. : АCADEMIA, 2005. - 428 с.
9. Газовые сети и установки : учеб. пособие / В. А. Жила, М. А. Ушаков, О. Н. Брюханов. - М. : Академия, 2003. - 268 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Тепловой режим зданий : учеб. пособие / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. - М. : АСВ, 2003. - 368 с.
2. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения : учеб. / О. Н. Брюханов, А. И. Плужников. - М. : Инфра-М, 2005. - 256 с.
3. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / Б. М. Хрусталева, Ю. Я. Кувшинов, В. М. Копко ; ред. Б. М. Хрусталева. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : АСВ, 2005. - 575 с.
4. Современное водяное отопление. Системы отопления. Монтаж. Эксплуатация : справ. / сост.: В. И. Назаров, В. И. Рыженко. - М. : Оникс, 2005. - 318 с.
5. Манюк В.И. и др. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей. Издание второе. М.: Стройиздат, 1982, 215 с.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

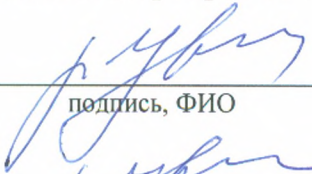
1. Модель котла ДКВР 2-13;
2. Тепловая схема производственной котельной (ГК 312);
3. Котел КС-ТГ-10-1 АГУК-М;
4. Котельные БГТУ им. В.Г.Шухова;
5. Тепловой насос (ГК 003).
6. Учебные кинофильмы:
 - Современные водогрейные котлы.
 - Горелочные устройства.
 - Топочные устройства.
 - Современные паровые котлы.
 - Дымовые трубы.
 - Обратный осмос
 - Электродиализ

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016/2017
учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от « 12 » мая 20 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров _____


подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров _____


подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017/18
учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 24 » мая 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров _____


подпись, ФИО

Директор института _____ **В.А. Уваров** _____


подпись, ФИО

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2018/19
учебный год.

Протокол № __11__ заседания кафедры от «_11_» __мая__ 2018 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров _____


подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров _____


подпись, ФИО

ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЕ №1

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для теоретического изучения курса дисциплины студентам необходимо знать:

основные элементы высшей математики:

- дифференциальное исчисление одной или нескольких переменных;
- интегральное исчисление;
- элементы теории вероятности;

По разделам физики и механики знать:

- основные законы Ньютона;
- понятия «давление» и «сила», «теплота» и «работа», единицы их измерения;
- физический смысл величины вязкости, коэффициента теплопроводности;
- законы сохранения материи, энергии;
- импульс сил и количество движения.

По разделам основ гидравлики и теплотехники знать:

- основные законы гидродинамики – уравнение неразрывности (баланс расхода) и уравнение Бернулли (баланс энергий) – и термодинамики (первый и второй законы);
- понятия гидравлически гладкие и шероховатые трубы, область квадратичного сопротивления;
- особенности расчета газопроводов, а также параллельному и последовательному соединению труб;
- уравнения состояния, теплопередача, уравнение Фурье, термодинамические циклы.

Теоретический материал рекомендуется изучать по темам. Особое внимание следует обратить на формулировки, основные понятия и определения. По окончании темы студенты должны ответить на контрольные вопросы в виде беглого обзора темы. Лекцию следует начинать с краткой информации и диалога со студентами по предыдущему материалу.

Практическое освоение определения и расчета основных параметров рассматриваемого оборудования студенты осуществляют во время выполнения и защиты лабораторных работ.

Защиту лабораторных работ и контроль за освоением знаний, целесообразно осуществлять в виде контрольных работ после изучения соответствующего раздела во время практических занятий.

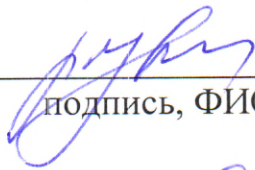
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической самостоятельной работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала. Самостоятельная работа необходима для развития у обучающихся способности к комплексному развитию и решению проблем.

Утверждение рабочей программы без изменений

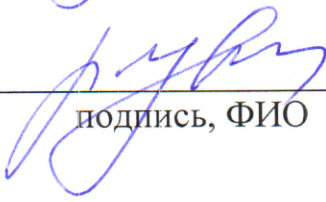
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.
Протокол № 1 заседания кафедры от « 30 » августа 2019 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров


подпись, ФИО

Директор института

_____ В.А. Уваров


подпись, ФИО

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.
Протокол № 11 заседания кафедры от «21» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров


подпись, ФИО

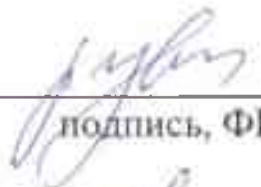
Директор института _____ В.А. Уваров


подпись, ФИО

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.
Протокол № 12 заседания кафедры от «14» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров



подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров



подпись, ФИО