

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Инженерное проектирование систем энергообеспечения Б1.В.01

Направление подготовки: 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергоменеджмент

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Галиакбаров А.Т.

Рецензент(ы): Башмаков Д.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Галиакбаров А.Т. (Кафедра физики НИ, Отделение информационных технологий и энергетических систем), azatgaliakbarov@yandex.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способен осуществлять руководство проектным подразделением по разработке систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

расчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:

подготовка заданий на разработку проектных решений, определение показателей технического уровня проектируемых объектов или технологических схем;

составление описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений

Должен уметь:

подготовка заданий на разработку проектных решений, определение показателей технического уровня проектируемых объектов или технологических схем;

Должен владеть:

составление описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять навыки на практике

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Энергоменеджмент)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 34 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 10 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 110 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	

Тема 1. Проектирование

Регистрационный номер 10290272019

Страница 3 из 15.

сооружений и подбор оборудования энергообеспечения предприятий.

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Проектирование энергетических систем.	1	1	4	2	20
3.	Тема 3. Проектирование тепловых пунктов в спецусловиях.	1	1	4	2	20
4.	Тема 4. Автоматизация и контроль тепловых пунктов	1	1	3	2	20
5.	Тема 5. Дополнительные требования к проектированию тепловых пунктов. Применения средств САПР.	1	1	3	2	20
	Итого		6	18	10	110

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Проектирование сооружений и подбор оборудования энергообеспечения предприятий.

Общие положения. Проектирование сооружений и подбор оборудования энергообеспечения предприятий. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Расположение тепловых пунктов. Требования по размеру, материалам помещения. Требования к противопожарной безопасности. Присоединение систем потребления теплоты к тепловым сетям.

Тема 2. Проектирование энергетических систем.

Оборудование, трубопроводы, арматура и тепловая изоляция. Проектирование энергетических систем. Водоподогреватели. Насосы. Баки и грязевики. Диафрагмы и элеваторы. Водоподготовка. Химический состав и деаэрация воды. Отопление, вентиляция, водопровод и канализация. Электроснабжение и электрооборудование.

Тема 3. Проектирование тепловых пунктов в спецусловиях.

Проектирование тепловых пунктов в спецусловиях. Общие требования. Районы с сейсмичностью 8 и 9 баллов. Районы вечномёрзлых грунтов. Подрабатываемые территории. Просадочные от замачивания грунты. Требования к высоте зданий наземных тепловых пунктов и к запорной, регулирующей и предохранительной арматуре.

Тема 4. Автоматизация и контроль тепловых пунктов

Автоматизация и контроль тепловых пунктов. Измерительные приборы и контроллеры поддерживающие заданные температуры воды, поступающей в систему горячего водоснабжения; регулирование подачи теплоты (теплового потока) в системы отопления в зависимости от изменения параметров наружного воздуха с целью поддержания заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях; ограничивающие максимальный расход воды из тепловой сети на тепловой пункт и т.д.

Тема 5. Дополнительные требования к проектированию тепловых пунктов. Применения средств САПР.

Диспетчеризация и связь. Требования по снижению уровней шума и вибрации от работы насосного оборудования. Дополнительные требования к проектированию тепловых пунктов в особых природных и климатических условиях строительства. Применение средств САПР при проектировании. Перечень документации для проектирования систем энергообеспечения.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 1			
	Текущий контроль		
1	Курсовая работа по дисциплине	ПК-3	1. Проектирование сооружений и подбор оборудования энергообеспечения предприятий. 2. Проектирование энергетических систем.
2	Лабораторные работы	ПК-3	3. Проектирование тепловых пунктов в спецусловиях.
3	Лабораторные работы	ПК-3	4. Автоматизация и контроль тепловых пунктов
4	Письменная работа	ПК-3	5. Дополнительные требования к проектированию тепловых пунктов. Применения средств САПР.
	Экзамен	ПК-3	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 1					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2 3
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	4

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 1

Текущий контроль

1. Курсовая работа по дисциплине

Темы 1, 2

Тематика курсовых проектов:

1. Проектирование индивидуального теплового пункта административного здания в северных климатических зонах.
2. Проектирование индивидуального теплового пункта жилого здания в северных климатических зонах..
3. Проектирование индивидуального теплового пункта производственного здания в северных климатических зонах..
4. Проектирование индивидуального теплового пункта административного здания в южных климатических зонах..
5. Проектирование индивидуального теплового пункта жилого здания в южных климатических зонах..
6. Проектирование индивидуального теплового пункта производственного здания в южных климатических зонах.

Методическое указание:

По данному указанию возможно проводить проектирование тепловых пунктов с параметрами теплоносителя: горячая вода с рабочим давлением до 2,5 МПа и температурой до 200 °С, пар с рабочим давлением в пределах условного давления до 6,3 МПа и температурой до 440 °С.

В тепловых пунктах предусматривается размещение оборудования, арматуры, приборов контроля, управления и автоматизации, посредством которых осуществляется:

- преобразование вида теплоносителя или его параметров;
- контроль параметров теплоносителя;
- регулирование расхода теплоносителя и распределение его по системам потребления теплоты;
- отключение систем потребления теплоты;
- защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя;
- заполнение и подпитка систем потребления теплоты;
- учет тепловых потоков и расходов теплоносителя и конденсата;
- сбор, охлаждение, возврат конденсата и контроль его качества;

- аккумуляция теплоты;
- водоподготовка для систем горячего водоснабжения.

В тепловом пункте в зависимости от его назначения и конкретных условий присоединения потребителей могут осуществляться все перечисленные функции или только их часть.

Пример расчета:

Выбрать и рассчитать водоподогревательную установку пластинчатого теплообменника, собранного из пластин 0,6р для системы горячего водоснабжения того же ЦТП, что и в примере с кожухотрубными секционными водоподогревателями. Следовательно, исходные данные, величины расходов и температуры теплоносителей на входе и выходе каждой ступени водоподогревателя принимаются такими же, как и в предыдущем примере.

1. Проверяем соотношение ходов в теплообменнике I ступени по формуле (1), принимая $\Delta p = 100$ кПа и $\Delta p = 40$ кПа, Соотношение ходов не превышает 2, следовательно, принимается симметричная компоновка теплообменника.
2. По оптимальной скорости нагреваемой воды определяем требуемое число каналов по формуле (2)
3. Общее живое сечение каналов в пакете определяем по формуле (3) (принимая равным 20)
4. Фактические скорости греющей и нагреваемой воды по формулам (4) и (5) м/с;
5. Расчет водоподогревателя I ступени:
6. Расчет водоподогревателя II ступени:

В результате расчета в качестве водоподогревателя горячего водоснабжения принимаем два теплообменника (I и II ступени) разборной конструкции (Р) с пластинами типа 0,6р, толщиной 0,8 мм, из стали 12Х18Н10Т (исполнение 01), на двухпорной раме (исполнение 2К), с уплотнительными прокладками из резины марки 359 (условное обозначение - 10). Поверхность нагрева I ступени - 71,4 кв.м, II ступени - 47,4 кв.м.

Расчет водоподогревателя, собранного из пластинчатых теплообменников фирмы "Альфа-Лаваль" (технические характеристики см. в табл. 4), показывает, что в I ступень требуется установить теплообменник M15-BFG8 с числом пластин 64, площадь поверхности нагрева 38,4 кв.м (коэффициент теплопередачи - 4350 Вт/(кв.м ? ?С)).

2. Лабораторные работы

Тема 3

Исследование теплообменного аппарата

Лабораторная работа:

Изучение количественного и качественного регулирования системы отопления

Цель лабораторной работы ? ознакомление студента с методами выполнения теплотехнического эксперимента.

Ознакомление и приобретение навыков теплотехнических измерений, составление

уравнений баланса по результатам измерений

Установка представляет собой действующую автономную систему отопления закрытого типа

с принудительной циркуляцией, содержащую все основные компоненты современных систем отопления.

Основные компоненты автономной системы отопления собраны на настольной панели. Последовательная работа автоматизированной установки, по ходу движения теплоносителя, описана ниже. В системе используется расширительный бак мембранного типа (объемом 8 литров), позволяющий компенсировать изменение объема теплоносителя при его нагреве и охлаждении. Избыточное давление в контуре и температуру теплоносителя на выходе из теплогенератора можно наблюдать по шкалам манометрического термометра. При повышении давления в системе выше установленного срабатывает предохранительный клапан, открывая выход воде в специальный сосуд, расположенный на задней стенке панели. Для выпуска воздуха из системы используются автоматический клапан поплавкового типа и краны Маевского, установленные на отопительных приборах (ОП1 и ОП2).

При работе программы автоматически производится расчет и вывод на экран текущей тепловой мощности Q1 и Q2 отопительных приборов ОП1 и ОП2 по формуле.

Во вкладке ?Лабораторные работы? содержится методический материал, позволяющий проводить практические исследования по курсам ?Отопление?, ?Теплотехнические измерения и приборы? и ?Автоматизация систем теплоснабжения? ?Инженерное проектирование энергосистем? с использованием данного комплекса, а именно следующий ряд основных процедур:

-экспериментальное определение номинальной мощности отопительного прибора, его удельных характеристик;

- реализация качественно-количественного метода регулирования мощности отопительного прибора;

- экспериментальное исследование качества автоматического регулирования температуры теплоносителя и получаемого при этом качества переходного процесса;

-исследование тепловых характеристик отопительной установки при подключении приборов по параллельной/последовательной схеме.

Контрольные вопросы

1. Когда обосновано применение количественного регулирования в системах отопления и когда ? качественного?
2. Можно ли утверждать, что при равенстве температур на входе в отопительный прибор и на выходе из него, тепловая мощность прибора, как это следует формально из уравнения теплового баланса, окажется равной нулю?
3. Существуют ли ограничения на температуру теплоносителя, подаваемого в отопительные приборы?
4. Что такое номинальная мощность отопительного прибора?

5. Какие процессы являются определяющими интенсивность переноса тепла от теплоносителя к внутренней среде обогреваемого помещения?
6. Что такое температурный напор, средний температурный напор?
7. Дайте определение понятию ? Комфорт?.
8. В чем различие между автономной системой отопления и системой центрального отопления?
9. Какие разновидности отопительных приборов получили наибольшее распространение в системах водяного отопления?
10. Как соединяются отопительные приборы:
 - a) в прямоточной однотрубной системе;
 - b) в двухтрубной системе;
 - c) в однотрубной системе с замыкающими участками.
11. Способы организации нескольких контуров с различными температурными графиками в автономных системах с одним теплогенератором?
17. Назначение циркуляционного насоса?

3. Лабораторные работы

Тема 4

Лабораторная работа:

Изучение PID регулятора на установке "Автоматизированная система отопления"

Наиболее простой закон регулирования температуры - позиционный. При этом методе, на нагреватель подается полная мощность до достижения заданного значения температуры, после чего подача мощности прекращается. Несмотря на это, разогретый нагреватель продолжает отдавать тепло и температура объекта какое-то время продолжает нарастать, что приводит к перегреву, иногда значительному. При последующем остывании объекта, по достижении заданного значения температуры, на нагреватель вновь подается полная мощность. Нагреватель сначала разогревает себя, затем окружающие области объекта, и, таким образом, охлаждение будет продолжаться до тех пор, пока волна тепла не достигнет датчика температуры. Следовательно, реальная температура может оказаться значительно ниже заданного значения. Таким образом, при позиционном законе регулирования возможны значительные колебания температуры около заданного значения.

Метод проб и ошибок

ПИД коэффициенты при использовании метода проб и ошибок подбираются по отдельности, чтобы наблюдать влияние каждого из них. Этот процесс является достаточно трудоёмким, так как требует проведения некоторого количества испытаний.

Тангенциальный метод нахождения ПИД коэффициентов

В тангенциальном методе для нахождения ПИД коэффициентов используется кривая начального разогрева объекта.

Нахождение и настройка ПИД коэффициентов сложный и трудоёмкий процесс. Как видно из описания методов, в каждом из них нужно построить один или несколько графиков процесса изменения температуры. Делать это с секундомером и листком бумаги утомительно и непродуктивно, особенно в случае инерционных печей, где тестовые эксперименты могут продолжаться несколько часов. Даже для одного и того же объекта процедуру настройки ПИД регулятора следует повторять, если изменились параметры объекта (например, загрузка печи) или значительно изменилась рабочая температура.

4. Письменная работа

Тема 5

Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, банков данных для расчета систем теплоснабжения

Изучение программы:

Программно-расчетный комплекс (ПРК) для систем водоснабжения ZuluHydro.

Назначение

Программно-расчетный комплекс ZuluHydro предназначен для выполнения расчетов систем водоснабжения и решения на их базе различного рода задач. Расчету подлежат тупиковые и кольцевые сети водоснабжения, работающие от одного или нескольких источников, в том числе с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами.

Расчеты работают в тесной интеграции с геоинформационной системой (ГИС) и выполнены в виде модуля расширения ГИС. Сеть весьма просто и быстро заносится в ГИС с помощью мышки или по координатам. При этом сразу формируется расчетная модель. Остается лишь задать расчетные параметры объектов и нажать кнопку выполнения расчета.

Возможности ПРК

Программный комплекс ZuluHydro позволяет рассчитывать водопроводную сеть большого объема и любой сложности. Основой программного комплекса ZuluHydro является географическая информационная система Zulu. ГИС позволяет создать карту города (населенного пункта) и нанести на неё любые инженерные коммуникации. Основной особенностью системы является то, что ввод сетей производится с автоматическим кодированием топологии. Нарисованная на экране сеть сразу становится готовой для топологического анализа. Это исключает длительный и нудный этап занесения информации о связях между объектами, да еще и в табличном виде. Помимо выше указанной особенности система обладает следующими характеристиками:

? высокой скоростью расчетов даже больших городских сетей;

? создавать и использовать библиотеку графических образов элементов систем водоснабжения и режимов их функционирования;

? изменять топологию сетей и режимы работы ее элементов;

? решать различные топологические задачи.

Состав расчетов:

? Коммутационные задачи

? Поверочный расчет

? Конструкторский расчет

? ?Гидроудар? - расчет переходных процессов

? Пьезометрический график

Коммутационные задачи

Анализ отключений, переключений, поиск ближайшей запорной арматуры, отключающей участок от источников, или полностью изолирующей участок и т.д.

Поверочный расчет водопроводной сети

Целью поверочного расчета является определение потокораспределения в водопроводной сети, подачи и напора источников при известных диаметрах труб и отборах воды в узловых точках.

В результате поверочного расчета определяются:

? расходы и потери напора во всех участках сети;

? подачи источников;

? пьезометрические напоры во всех узлах системы.

К поверочным расчетам следует отнести расчет системы на случай тушения пожара в час наибольшего водопотребления и расчеты сети и водопроводов при допустимом снижении подачи воды в связи с авариями на отдельных участках. Эти расчеты необходимы для оценки работоспособности системы в условиях, отличных от нормальных, для выявления возможности использования в этих случаях запроектированного насосного оборудования, а также для разработки мероприятий, исключающих падение свободных напоров и снижение подачи ниже предельных значений.

Конструкторский расчет водопроводной сети

Целью конструкторского расчета тупиковой и кольцевой водопроводной сети является определение диаметров трубопроводов обеспечивающих пропуск расчетных расходов воды с заданным напором.

Под расчетным режимом работы сети понимают такие возможные сочетания отбора воды и подачи ее насосными станциями, при которых имеют место наибольшие нагрузки для отдельных сооружений системы, в частности водопроводной сети. К нагрузкам относят расходы воды и напоры (давления).

Водопроводную сеть, как и другие инженерные коммуникации, необходимо рассчитывать во взаимосвязи всех сооружений системы подачи и распределения воды.

Расчет водопроводной сети производится с любым набором объектов, характеризующих систему водоснабжения, в том числе и с несколькими источниками.

?Гидроудар?

Расчет нестационарных процессов в сложных трубопроводных гидросистемах. Цель расчета ? выявления участков и узлов сети, подвергающихся за время переходного процесса воздействию недопустимо высокого или низкого давления. В качестве событий, порождающих переходные процессы, предполагается включение или выключение насосов либо открытие или закрытие задвижек, а также разрыв трубы.

Пьезометрический график

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (поверочного, конструкторского). При этом на экран выводятся:

? линия давления в трубопроводе;

? линия поверхности земли;

? высота здания.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Основные понятия, назначение, структура, классификация; методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде.
2. Методы регулирования отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения.
3. Тепловые сети: их назначение, конструкции; методы определения расчетного расхода воды и пара.
4. Гидравлический расчет паро-, водо- и конденсатопроводов; гидравлический режим тепловых сетей;
5. Выбор сетевых, подпиточных и подкачивающих насосов; способы поддержания давлений в "нейтральных" точках.
6. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей.
7. Источники генерации тепла, используемые в системах теплоснабжения.
8. Промышленные котельные: назначение, классификация, параметры, рациональные области использования.
9. Тепловые схемы и их расчет; методы выбора основного и вспомогательного оборудования; методы распределения нагрузки между котлами.
10. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных.

11. Теплоэлектроцентралы промышленных предприятий: назначение, классификация; методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей (ТЭЦ).
12. Методика составления и расчета тепловых схем ТЭЦ; выбор ее оборудования; утилизационные котельные.
13. Теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии.
14. Схемы, режимы работы, определение технико-экономических показателей теплонасосных установок.
15. Расчет тепловых схем.
16. Выбор режима работы утилизационных установок параллельно с заводскими и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями.
17. Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, банков данных для расчета систем теплоснабжения.
18. Проектирование систем электроснабжения предприятий
19. Применение средств САПР при проектировании систем энергообеспечения предприятий.
20. Перечень документации при проектировании

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 1			
Текущий контроль			
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	1	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	10
		3	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	4	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Орлов, В.А. Трубопроводные сети. Автоматизированное сопровождение проектных разработок [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Орлов. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2015. ? 160 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58829>. ? Загл. с экрана.
2. Аверкин, А.Г. I-d-диаграмма влажного воздуха и ее применение при проектировании технических устройств [Электронный ресурс] / А.Г. Аверкин. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 192 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/89939>. ? Загл. с экрана.
3. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2014. ? 192 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44759>. ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Реконструкция зданий и коммунальных сооружений в системе городской застройки (управление проектами) : учеб. пособие / В.М. Лебедев. М. : ИНФРА-М, 2019. - 191 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]; <http://znanium.com/catalog/product/943566>
2. Логунова, О.Я. Водяное отопление [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Я. Логунова, И.В. Зоря. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2019. ? 272 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113913>.
3. Инженерные изыскания и строительная климатология / Вихров В.И. - Мн.:Вышэйшая школа, 2013. - 367 с.: ISBN 978-985-06-2235-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/508933>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

научная электронная библиотека - elibrary.ru

электронная библиотека технического вуза - www.studentlibrary.ru

электронно-библиотечная система - znanium.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала преподаваемым преподавателем. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В конце семестра у студента должен быть конспект лекций на все пройденные темы.
практические занятия	Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях, где находятся компьютеры с программным обеспечением для автоматизированного проектирования. В первой половине пары студенты после изучения методического пособия по проведению практических занятий приступают к проектированию систем на специализированных программах. Далее студенты оформляют отчет. После выполнения данных действий студент защищает данную работу.
лабораторные работы	Лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях, где находятся лабораторные установки. В первой половине пары студенты после изучения методического пособия по проведению лабораторных работ производят эксперименты на установках и составляют протокол измерений. Далее студенты оформляют отчет проведения лабораторной работы в состав которого входит: теоретическая часть, экспериментальная часть, расчетная часть и вывод. После выполнения данных действий студент защищает данную работу.
самостоятельная работа	Начиная подготовку к занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

Вид работ	Методические рекомендации
курсовая работа по дисциплине	При выполнении курсовой работы необходимо руководствоваться консультациями преподавателя. Обязательно использовать выполнение письменных работ, конспекты лекций и практические занятия. При выполнении курсовой работы обязательно соответствие заданию расчетов и графического материала в виде листов чертежей формата А1 в соответствии с ЕСКД. Защита курсовой работы проходит индивидуально комиссией из преподавателя дисциплины и других, назначаемых распоряжением по кафедре.
письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определенных теоретических вопросов или решению конструкторских задач и применением специальных программных комплексов. Работа выполняется письменно и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
экзамен	После последних лекций взять у преподавателя перечень вопросов к экзамену и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут непонятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Инженерное проектирование систем энергообеспечения" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Инженерное проектирование систем энергообеспечения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступлений с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и магистерской программе Энергоменеджмент .