

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 14 » ноября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Теплоснабжение
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 252 (7)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 08.03.01 Строительство
(код и наименование направления)

Направленность: Строительство (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

ознакомление студентов с устройством систем теплоснабжения населенных мест; формирование у студентов умений и навыков, необходимых для расчета и проектирования систем теплоснабжения, подбора оборудования, а также разработки схем систем теплоснабжения.

изучение устройства и перспектив развития систем теплоснабжения населенных мест, отдельных элементов этих систем и современного оборудования, изучение методов эксплуатации и реконструкции этих систем, изучение нормативной базы в области проектирования и строительства систем теплоснабжения населенных мест, методов проектирования сетей и сооружений теплоснабжения, методов подбора оборудования систем теплоснабжения;

- формирование умения проектировать системы теплоснабжения, умения выбирать типовые решения систем и принимать проектные решения на основе существующих типовых разработок, формирование умения проектировать системы теплоснабжения с использованием стандартных прикладных расчетных и графических программных пакетов; формирование способности проектировать объекты систем теплоснабжения на основе типовых проектных решений;

- формирование навыков проектирования и расчета систем теплоснабжения современными методами, формирование способности проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов систем теплоснабжения, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам и техническим условиям и другим нормативным документам

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Сети теплоснабжения населенных мест и объектов различного назначения.
Тепловые пункты абонентов тепловых сетей.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.13	ИД-1пк-2.13	Знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию; правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации; требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей; номенклатуру современных материалов и изделий, используемых при строительстве тепловых сетей; специальные компьютерные программы для выполнения работ по проектированию тепловых сетей.	Знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию; правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации; требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству тепловых сетей; номенклатуру современных материалов и изделий, используемых при строительстве тепловых сетей; специальные компьютерные программы для выполнения работ по проектированию тепловых сетей.	Курсовой проект
ПК-2.13	ИД-2пк-2.13	Умеет работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию; работать с персональным компьютером, множительной техникой, сканерами и факсами; работать с текстовыми редакторами, графическими программами; выполнять	Умеет работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию; работать с персональным компьютером, множительной техникой, сканерами и факсами; работать с текстовыми редакторами, графическими программами; выполнять чертежи без	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		чертежи без использования компьютера; работать с результатами топографических материалов и инженерно-геодезических изысканий, включая информацию по экспликации колодцев.	использования компьютера; работать с результатами топографических материалов и инженерно-геодезических изысканий, включая информацию по экспликации колодцев.	
ПК-2.13	ИД-3пк-2.13	Владеет навыками сбора нагрузок для выполнения гидравлического расчета сетей; анализа схемы тепловых сетей; расчета диаметров тепловой сети по полученным данным; выполнения плана трассы тепловой сети; выполнения монтажной схемы по трассе тепловой сети; выполнения профиля трассы тепловой сети; компоновки и разбивки чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов тепловой сети; выбора масштаба для выполнения отдельных узлов и элементов тепловой сети; вычерчивания элементов, узлов и деталей, расположенных на тепловой сети; сверки копий проектных документов с их оригиналами; внесения изменений в разработанную документацию; выполнения сечений, узлов и элементов тепловых камер, опор, компенсаторов; привязки типовых решений отдельных элементов, узлов и деталей, расположенных на тепловой сети;	Владеет навыками сбора нагрузок для выполнения гидравлического расчета сетей; анализа схемы тепловых сетей; расчета диаметров тепловой сети по полученным данным; выполнения плана трассы тепловой сети; выполнения монтажной схемы по трассе тепловой сети; выполнения профиля трассы тепловой сети; компоновки и разбивки чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов тепловой сети; выбора масштаба для выполнения отдельных узлов и элементов тепловой сети; вычерчивания элементов, узлов и деталей, расположенных на тепловой сети; сверки копий проектных документов с их оригиналами; внесения изменений в разработанную документацию; выполнения сечений, узлов и элементов тепловых камер, опор, компенсаторов; привязки типовых решений отдельных элементов, узлов и деталей, расположенных на тепловой сети; оформления спецификаций и	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			эксplikаций; оформления ведомостей объемов работ; сдачи проектной документации в архив.	
ПК-5.3	ИД-1пк-5.3	Знает требования ПС к знаниям по трудовой функции кода А/03.5 "Осуществление работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей"; технологический процесс выработки тепловой энергии и теплоснабжения потребителей; организацию и технологию производства работ по эксплуатации и ремонту трубопроводов и оборудования тепловых сетей; требования для обоснования проведения текущего и капитального ремонта трубопроводов и оборудования тепловых сетей; современные информационные технологии.	Знает требования ПС к знаниям по трудовой функции кода А/03.5 "Осуществление работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей"; технологический процесс выработки тепловой энергии и теплоснабжения потребителей; организацию и технологию производства работ по эксплуатации и ремонту трубопроводов и оборудования тепловых сетей; требования для обоснования проведения текущего и капитального ремонта трубопроводов и оборудования тепловых сетей; современные информационные технологии.	Экзамен
ПК-5.3	ИД-2пк-5.3	Умеет оценивать направления развития отечественной и зарубежной науки и техники в сфере теплоснабжения; применять современные программные средства разработки технологической документации; расширять свой кругозор в области теплоснабжения; руководить подразделением, организовывать повышение квалификации сотрудников; вносить предложения на базе неполной или ограниченной	Умеет использовать умения по трудовой функции ПС кода А/03.5 "Осуществление работ по эксплуатации трубопроводов и оборудования тепловых сетей"; оценивать направления развития отечественной и зарубежной науки и техники в сфере теплоснабжения; применять современные программные средства разработки технологической документации; расширять свой кругозор в области теплоснабжения; руководить подразделением, организовывать	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		информации.	повышение квалификации сотрудников; вносить предложения на базе неполной или ограниченной информации.	
ПК-5.3	ИД-3пк-5.3	Владеет навыками контроля выполнения планов и графиков проведения работ по техническому обслуживанию и капитальному ремонту, работ по подготовке трубопроводов и оборудования тепловых сетей к работе в зимних условиях эксплуатации; руководства работами по ликвидации аварийных ситуаций на трубопроводах и оборудовании тепловых сетей; создания временных трудовых коллективов для выполнения непредвиденных работ на оборудовании тепловых сетей; внедрения научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения; контроля комплектования рабочих мест современным оборудованием, инструментами, оснасткой и оргтехникой; контроля соблюдения на территории трубопроводов требований по экологической и санитарной безопасности; организации рационализаторской и изобретат	Владеет навыками контроля выполнения планов и графиков проведения работ по техническому обслуживанию и капитальному ремонту, работ по подготовке трубопроводов и оборудования тепловых сетей к работе в зимних условиях эксплуатации; руководства работами по ликвидации аварийных ситуаций на трубопроводах и оборудовании тепловых сетей; создания временных трудовых коллективов для выполнения непредвиденных работ на оборудовании тепловых сетей; внедрения научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения; контроля комплектования рабочих мест современным оборудованием, инструментами, оснасткой и оргтехникой; контроля соблюдения на территории трубопроводов требований по экологической и санитарной безопасности; организации рационализаторской и изобретательской работы в коллективе.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	90	90	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	30	30	
- лабораторные работы (ЛР)	8	8	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	48	48	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	126	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	252	252	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Системы теплоснабжения	10	8	4	50
Классификация, основные характеристики и элементы систем теплоснабжения.				
Тепловой и гидравлический режим работы системы теплоснабжения	10	0	34	25
Определение расчетных расходов сетевой воды при проектировании водяных тепловых сетей для закрытых систем теплоснабжения. Гидравлический расчет сетей закрытых систем теплоснабжения Расчет тепловой изоляции и механический расчет трубопроводов				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Эксплуатация тепловых сетей и управление работой систем теплоснабжения	10	0	10	51
Основы эксплуатации тепловых сетей и учет тепловой энергии и теплоносителя. Автоматизированные системы управления теплоснабжением. Техничко-экономический расчет систем теплоснабжения. Перспективы развития теплоснабжения. Основные виды энергии, используемые для теплоснабжения				
ИТОГО по 7-му семестру	30	8	48	126
ИТОГО по дисциплине	30	8	48	126

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение расходов тепла для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилого квартала.
2	Графики регулирования отпуска тепла Постороение графика отпуска тепла при наличии отопительно-вентиляционной нагрузки.–
3	Определение расчетных расходов в тепловых сетях и сетях горячего водоснабжения
4	Расчет подогревателей горячего водоснабжения при параллельном, двухступенчатом смешанном присоединении
5	Расчет подогревателей горячего водоснабжения при двухступенчатом последовательном присоединении
6	Гидравлический расчет тепловых сетей с помощью гидравлических таблиц
7	Гидравлический расчет тепловых сетей с помощью пакетов прикладных программ
8	Гидравлическая увязка тепловых сетей
9	Расчет подающих трубопроводов ГВС.
10	Определение максимальных и циркуляционных расходов воды и расчет циркуляционных трубопроводов
11	Подбор насосов для системы горячего водоснабжения.
12	Гидравлический расчет паропроводов насыщенного пара
13	Гидравлический расчет паропроводов перегретого пара
14	Гидравлический расчет самотечных и напорных конденсатопроводов
15	Построение пьезометрических графиков закрытых водяных тепловых сетей
16	Построение пьезометрических графиков при сложном рельефе местности
17	Подбор оборудования насосных станций при сложном рельефе местности
18	Определение потерь тепла трубопроводами при канальной прокладке

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
19	Определение потерь тепла трубопроводами при бесканальной прокладке
20	Расчет компенсаторов тепловых сетей
21	Проектирование узла учета тепловой энергии
22	Разработка схемы водоподготовки для тепловых сетей
23	Расчет и подбор оборудования теплового пункта.
24	Расчет показателей надежности

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Регулирование отпуска тепла в системах теплоснабжения. Анализ графиков регулирования отпуска тепла
2	Работа теплового пункта. Анализ схемы. Исследование параметров работы теплового пункта Работа системы автоматического регулирования теплового пункта. Исследование работы клапанов-регуляторов

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Система теплоснабжения города

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Копко В. М. Теплоснабжение : учебник для вузов / В. М. Копко. - Москва: Изд-во АСВ, 2012.	2
2	Копко В. М. Теплоснабжение : учебник для вузов / В. М. Копко. - Москва: Изд-во АСВ, 2014.	5
3	Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов / Е.Я.Соколов. - М.: Изд-во МЭИ, 2006.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети Учебник Издательство: МЭИ, 2006 г.- 472 с.	25
2	Яковлев Б.В Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения Издательство: Новости теплоснабжения, 2008 г.	10
2.2. Периодические издания		
1	Журнал «Новости теплоснабжения»	1
2	Промышленная энергетика : производственно-технический журнал. - Москва: , Энергопрогресс, , 1944 - . 2010, № 1.	1
2.3. Нормативно-технические издания		
1	"О реформе жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации" (с изменениями от 27 мая 1997 г.), Указ Президента РФ от 28 апреля 1997 г. N 425	2
2	СНиП 41-01-2003 Актуализированная редакция, СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Документ утвержден: Минрегион России, приказ № 279 от 30.06.2012, Дата ввода документа в действие: 01.01.2013	5
3	СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП41-02-2003. Документ утвержден: Минрегион России, приказ № 280 от 30.06.2012, Дата ввода документа в действие: 01.01.2013	3

4	СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. Дата введения 1996-07-01	2
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Гришкова А. В. Системы централизованного теплоснабжения : учебное пособие / А. В. Гришкова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	5
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Гришкова А. В. Системы централизованного теплоснабжения : учебное пособие / А. В. Гришкова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	5

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Расчеты и программное обеспечение по инженерной сантехнике	https://valtec.ru/document/calculator/	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Тепловой портал Данфосс-Россия	https://www.danfoss.com/ru-ru/about-danfoss/our-businesses/heating/	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	WinRAR (лиц№ 879261.1493674)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	AutoCAD Design Suite Ultimate, академическая лиц., Education Network 3000 concurrent users, ПНИПУ ОЦНИТ 2019

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Ноутбук	1
Лабораторная работа	Ноутбук	1
Лекция	Ноутбук, проектор, экран	1
Практическое занятие	Ноутбук, проектор, экран	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**
Строительный факультет
Кафедра «Теплогазоснабжения, вентиляции и водоснабжения,
водоотведения»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Теплоснабжение»
основной профессиональной образовательной программы высшего
образования – программы прикладного бакалавриата

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 08.03.01 Строительство
Профиль программы бакалавриата: Теплогазоснабжение и вентиляция
Квалификация выпускника: бакалавр

Выпускающая кафедра Теплогазоснабжение, вентиляция и
водоснабжение, водоотведение

Форма обучения: очная

Курс: 3

Семестр: 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 7 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 252 ч.

Виды промежуточного контроля:

Экзамен - 6 сем. Курсовой проект - 6 сем.

Пермь 2023 г.

Фонд оценочных средств дисциплины «Теплоснабжение» разработан на основании:

- приказа МОН РФ от «19» декабря 2013 г. №1367;
- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- компетентностой модели выпускника (КМВ) ОПОП по профилю подготовки Теплогазоснабжение и вентиляция, утвержденной «____» _____ 201 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения очной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль – Теплогазоснабжение и вентиляция, утвержденного «__»_____ 201 г.;
- рабочей программы дисциплины «Теплоснабжение» утвержденной «29» августа 2011г.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина **Б3.В.08 «Теплоснабжение»**

участвует в формировании 2-х компетенций по ФГОС ВПО (по ФГОС ВО): ПК-9 (ПК-1), ПК-11 (ПК-3). В рамках учебного плана образовательной программы в 6-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций (табл. 1.1)::

Таблица 1.1. Дисциплинарные части компетенций

Код компетенции		Дисциплинарная часть компетенции
По ФГОС ВО	По ФГОС ВПО	
ПК-1	ПК-9 Б3.В.08	знает нормативную базу в области проектирования и строительства систем теплоснабжения населенных мест,
ПК-3	ПК-11 Б3.В.08	способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов систем теплоснабжения, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию по системам теплоснабжения, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам и техническим условиям и другим нормативным документам

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра базового учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические, лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций **знать, уметь, владеть, указанные в РПД**, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.2).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, лабораторных работ, курсового проекта и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Контролируемые результаты обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный	Промежуточный	
	С	РКР	КП	экзамен
Усвоенные знания				
3.1 классификация, основные характеристики и элементы систем теплоснабжения; конструкции и схемы тепловых сетей; устройство систем горячего водоснабжения; тепловые нагрузки и принципы их регулирования.	С1	КЗ 1	КП	ТВ
3.2 определение расчетных расходов сетевой воды, принципы гидравлического расчета и гидравлической увязки тепловых сетей; графики распределения давлений в тепловой сети; основы расчета тепловой изоляции и механического расчета трубопроводов.	С2	КЗ 2	КП	ТВ
3.3 принципы учета тепловой энергии и теплоносителя; устройство автоматизированных систем управления теплоснабжением; основы технико-экономического расчета систем теплоснабжения; схемы водоподготовки.		КЗ 3	КП	ПЗ

Освоенные умения				
У.1 грамотным техническим языком описать принцип работы теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования;		ОЛР 1	КП	ТВ
У.2 проводить анализ работы систем теплоснабжения; разрабатывать конструкторскую документацию в соответствии с нормативной документацией;	СЗ	ОЛР 2	КП	ТВ
У.3 выполнять технические расчеты в системах теплоснабжения.			КП	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 осуществлять выбор оборудования системы теплоснабжения.		ОЛР 1	КП	
В.2 владеть методами расчета системы теплоснабжения и отдельных её элементов		ОЛР 2	КП	ПЗ
В.3 владеть опытом участия в разработке проектных решений		ОЛР 3	КП	

С – собеседование по теме; ОЛР – отчет по лабораторной работе; КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); КП – курсовой проект; ТВ – теоретический вопрос экзамена; ПЗ – практическое задание экзамена.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде курсовой работы и экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.2) в форме собеседования со студентами проводится по каждой лабораторной работе и при защите индивидуальных заданий. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.2) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ и защиты

индивидуальных заданий (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

Рубежный контроль РКР2 осуществляется при защите практических и лабораторных работ в соответствии с примерами Приложение 1.

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы РКР2 приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы РКР2- защита лабораторных работ

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	Студент полностью выполнил задание лабораторной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по лабораторной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы частично верно (70%). Качество оформления отчета к лабораторной работе соответствует требованиям не более чем на 80%)
3	Минимальный уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы частично верно (50%). Качество оформления отчета к лабораторной работе соответствует требованиям не более чем на 60%).
2	Минимальный уровень не достигнут	Задание по лабораторной работе не выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы частично верно (30%). Качество оформления отчета к лабораторной работе не соответствует требованиям.

Результаты РКР2 по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде защиты курсовой работы и экзамена по дисциплине по билетам. Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Курсовой проект

В соответствии с РПД темами курсовой работы являются Теплоснабжение микрорайона города.

Теплоснабжение жилых домов.

Теплоснабжение объектов социального назначения.

Пример типового задания с исходными данными на проектирование приведен

в Приложении 2.

Выполнение и защита курсового проекта позволяет проверить усвоенные знания, умения и владения. Шкала оценивания курсового проекта приведена в табл. 2.3.

Таблица 2.3 - Шкала оценивания курсового проекта

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения курсовой работы
5	Максимальный уровень	Проект выполнен в полном объеме в сроки, установленные графиком проектирования; в проекте содержатся элементы творчества; достигнуты все результаты, указанные в задании; качество оформления графической части и пояснительной записки соответствует установленным в вузе требованиям; при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме проекта.
4	Средний уровень	В проекте достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления графической части и пояснительной записки соответствует установленным в вузе требованиям; при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме проекта.
3	Минимальный уровень	В проекте достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления графической части и пояснительной записки в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме проекта.
2	Минимальный уровень не достигнут	В проекте не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления графической части и пояснительной записки не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме проекта

2.3.2. Экзамен

Условиями допуска к экзамену являются успешная защита курсового проекта и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Билет содержит теоретический вопрос (ТВ) для проверки усвоенных знаний, и практическое задание (ПЗ) для проверки усвоенных умений.

Типовые вопросы (ТВ) для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Источники тепловой энергии, теплоносители, потребителя тепла.

2. Классификация потребителей тепла и методы определения их расчетных расходов.
3. Присоединение систем отопления к водяным тепловым сетям.
4. Присоединение систем вентиляции и горячего водоснабжения к водяным тепловым сетям.
5. Оборудование тепловых пунктов.
6. Система горячего водоснабжения. Структура, режим работы.
7. Расчет водо-водяного подогревателя системы горячего водоснабжения при разных схемах их присоединения.
8. Регулирование отпуска тепла в водяных системах теплоснабжения.
9. Трасса и профиль тепловых сетей.
10. Конструкции тепловых сетей при различных способах прокладки.
11. Гидравлический расчет трубопроводов тепловой сети.
12. Графики пьезометров системы теплоснабжения.
13. Гидравлическая накладка тепловых сетей.
14. Прогрессивные технические решения в области теплоснабжения.

Типовые практические задания (ПЗ) для контроля освоенных умений:

Полный набор теоретических вопросов и практических заданий для экзамена хранится на кафедре ТВ и ВВ.

Форма билета представлена в Приложении 3.

2.3.3 Шкалы оценивания результатов обучения при проведении экзамена

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена

Шкала и критерии оценки результатов обучения при дифференцированном зачете для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.4 и 2.5, 2.6.

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При</i>

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
	достигнут	<i>ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.6. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на</i>

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
		<i>дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

3. Критерии оценивания уровня сформированности дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при проведении экзамена считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

3.2. Оценочный лист

Оценочный лист промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета является инструментом для оценивания преподавателем уровня освоения компонентов контролируемых дисциплинарных компетенций путём агрегирования оценок, полученных студентом за ответы на вопросы билета, и результатов *текущей успеваемости* студента. Заполняя все позиции оценочного листа, преподаватель выставляет частные оценки по результатам текущей успеваемости студента, а также по ответам на вопросы и задания билета.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Три оценки за ответы на вопросы и задания билета по 4-х балльной шкале оценивания.
3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.
4. Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности дисциплинарных компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за дифференцированный зачет			Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций
	знания	умения	владения		

5*	5	4	5	4.75	<i>отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

**) - пример заполнения оценочного листа*

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка $> 4,5$.

«Хорошо» – средняя оценка $>3,7$ и $\leq 4,5$.

«Удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка $<3,0$ или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

Примеры задач к практическим занятиям

Пример 1 Определить удельные теплотери и расчетные теплотери через наружные ограждения здания длиной 86 м, шириной 14 м и высотой 20 м.

Коэффициент остекления (отношение поверхности окон к общей поверхности вертикальных наружных ограждений) $\varphi=0,2$. Коэффициенты теплопередачи стен, окон, потолка и пола: $k_{ст}=1,20$ Вт/(м²·°С); $k_{ок}=3,23$ Вт/(м²·°С); $k_{пт}=0,90$ Вт/(м²·°С); $k_{пл}=0,77$ Вт/(м²·°С). Коэффициенты снижения расчетной разности температур для стен, окон, потолка и пола: $\psi_{ст}=\psi_{ок}=1$; $\psi_{пт}=0,8$; $\psi_{пл}=0,6$. Температура внутреннего воздуха $t_{в.р}=18$ °С, а расчетная для отопления температура наружного воздуха $t_{н.о}=-25$ °С.

Решение. Поверхности стен, окон, потолка и пола: $F_{ст}=(86+14)2\cdot 20\cdot 0,8=3200$ м²; $F_{ок}=(86+14)2\cdot 20\cdot 0,2=800$ м²; $F_{пт}=F_{пл}=86\cdot 14=1204$ м².

Наружный объем здания

$$V=86\cdot 14\cdot 20=24\ 080\ \text{м}^3.$$

Удельные теплотери теплопередачей через наружные ограждения здания

$$q_o = \frac{\Sigma kF\psi}{V} = \frac{(1,2\cdot 3200 + 3,23\cdot 800 + 0,9\cdot 1204\cdot 0,8 + 0,77\cdot 1204\cdot 0,7)}{24\ 080} = 0,326\ \text{Вт}/(\text{м}^3\cdot\text{°С}) = 0,280\ \text{ккал}/(\text{м}^3\cdot\text{ч}\cdot\text{°С}).$$

Расчетные теплотери теплопередачей через наружные ограждения здания

$$Q_{т'} = q_o V (t_{в.р} - t_{н.о}) = 0,326\cdot 24\ 080 (18 + 25) = 337\ 000\ \text{Вт} = 0,337\ \text{МВт} = 0,290\ \text{Гкал}/\text{ч}.$$

Пример 2 Определить расходы сетевой воды у потребителя горячего водоснабжения при присоединении его по параллельной схеме к закрытой тепловой сети и к открытой сети.

Максимальный расход теплоты составляет $Q=1 \text{ МВт}=1000 \text{ кВт}=1000 \text{ кДж/с}$. В обоих вариантах при расчетных условиях температура воды в подающем трубопроводе $\tau_1=70^\circ\text{C}$. Температура воды после подогревателя горячего водоснабжения $\tau_{r2}=30^\circ\text{C}$. При варианте открытой тепловой сети часть воды на горячее водоснабжение отбирается из обратного трубопровода после системы отопления с температурой $\tau_{o2}=41,7^\circ\text{C}$. Температура воды, поступающей в систему горячего водоснабжения, поддерживается $t_r=60^\circ\text{C}$ при температуре холодной воды $t_x=5^\circ\text{C}$.

Решение. Расход сетевой воды при закрытой системе с подогревателем, присоединенным параллельно по отношению к отопительной установке,

$$G_r = \frac{Q_{rM}}{c(\tau_1 - \tau_{r2})} = \frac{10^3}{4,19(70 - 30)} = 5,97 \text{ кг/с} = 21,5 \text{ т/ч.}$$

Общий разбор сетевой воды из подающего и обратного трубопроводов при открытой системе

$$G_r = \frac{Q_{rM}}{c(t_r - t_x)} = \frac{10^3}{4,19(60 - 5)} = 4,34 \text{ кг/с} = 15,6 \text{ т/ч.}$$

Разбор воды из подающего G_{r1} и обратного G_{r2} трубопроводов определяем из уравнения теплового и материального балансов смешения потоков:

$$G_{r1} = G_r \frac{t_r - \tau_{o2}}{\tau_1 - \tau_{o2}} = 4,34 \frac{60 - 41,7}{70 - 41,7} = 2,81 \text{ кг/с} = 10,1 \text{ т/ч;}$$

Пример 3. Какая масса теплоносителя теряется в секунду через образовавшееся при аварии отверстие сечением $f=1 \text{ см}^2$ в стенке трубопровода?

Задачу решить для водяной сети с температурой воды $t < 100^\circ \text{C}$ ($\rho_{\text{в}} \approx 1000 \text{ кг/м}^3$ или $\nu_{\text{в}} = 0,001 \text{ м}^3/\text{кг}$) и для паропровода насыщенного пара.

В обоих вариантах избыточное давление теплоносителей принять $p_{\text{изб}} = 0,4 \text{ МПа}$ и коэффициент расхода отверстия $\mu = 1$.

Решение. Расход вытекающей воды при $p_{\text{изб}} = p - p_0 = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

$$G_{\text{в}} = 1,41f \sqrt{\frac{p - p_0}{\nu_{\text{в}}}} = 1,41 \cdot 0,0001 \sqrt{\frac{0,4 \cdot 10^6}{0,001}} = 2,82 \text{ кг/с} = 10,2 \text{ т/ч.}$$

Расход пара, выходящего из трубопровода, определяем по формуле для критического истечения при начальных параметрах пара $p_{\text{н}} \approx 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ МПа}$ и $\nu_{\text{п}} = 0,375 \text{ м}^3/\text{кг}$

$$G_{\text{п}} = 0,65f \sqrt{\frac{p_{\text{н}}}{\nu_{\text{п}}}} = 0,65 \cdot 0,0001 \sqrt{\frac{0,5 \cdot 10^6}{0,375}} = 0,075 \text{ кг/с.}$$

Приведенный расчет показывает, что при принятых условиях утечка воды будет примерно в 37 раз больше утечки пара.

Пример 4. Определить предельную скорость воды в трубопроводах, выше которой линейное падение давления практически подчиняется квадратичному закону. При расчете принять температуру воды 75°C и эквивалентную шероховатость трубопровода $k_{\text{э}} = 0,5 \text{ мм}$.

Решение. Линейное падение давления в трубопроводах практически подчиняется квадратичному закону, когда число Рейнольдса достигает предельного значения, определяемого следующим выражением:

$$Re_{\text{пр}} = 568 \frac{d}{k_{\text{э}}}.$$

Кинематическая вязкость воды при $t = 75^\circ \text{C}$ (по приложению 4) $\nu = 0,391 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Предельная скорость воды в трубопроводах

$$w_{\text{пр}} = 568 \frac{\nu}{k_{\text{э}}} = \frac{568 \cdot 0,391 \cdot 10^{-6}}{0,0005} = 0,444 \text{ м/с.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Типовое задание курсовой проект «Теплоснабжение района города»

Студенту _____
Курс 3 группа ТВ-136 Факультет СТФ
Дата выдачи задания 50.02.2016
Срок выполнения курсового проекта 20.04.2016
Руководитель проекта _____
Шифр _____

Исходные данные для проектирования

Наименование параметра	
Населённый пункт	Челюскин
Вариант плана расчетного квартала	8
Температура в подающем трубопроводе (первый контур),	140 ⁰ С
Температура в обратном трубопроводе (первый контур)	75 ⁰ С
Температура в подающем трубопроводе (второй контур)	105 ⁰ С
Температура в обратном трубопроводе (второй контур) – определить самостоятельно	
Располагаемый перепад давления в магистральной тепловой камере	28 м.вод ст.
Вид теплового пункта	индивидуальный
Тип подогревателей в тепловом пункте	пластинчатый
Наличие системы автоматического регулирования	предусмотрено

_____ А.В.Гришкова

Примечания преподавателя:

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Форма билета для экзамена



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВПО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

08.03.01 «Строительство»
Теплогазоснабжение и вентиляция
Кафедра «Теплогазоснабжения, вентиляции
и водоснабжения, водоотведения»

Дисциплина «Теплоснабжение»

БИЛЕТ № 1

1. Классификация систем централизованного теплоснабжения (*контроль знаний*)
2. Расчет теплообменников для горячего водоснабжения при смешанной схеме присоединения (*контроль умений*)

Составитель _____
(подпись)

А.В. Гришкова

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

О.И. Ручкина

« ____ » _____ г.