

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02	Эксплуатация высокотемпературных теплотехнологических установок
(Индекс дисциплины)	(Наименование дисциплины)
Кафедра: 24	Промышленной теплоэнергетики
Код	Наименование кафедры

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологий

Уровень образования: Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		
	Аудиторные занятия	70		
	Лекции	28		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	42		
	Самостоятельная работа	74		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	8		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)				

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная								4		
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № b130301-3_20

Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики

Заведующий кафедрой: Сморозин С.Н.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики

Заведующий кафедрой: Сморозин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

подготовить выпускников, способных участвовать в проектировании и эксплуатации печных установок, содорегенерационных котельных агрегатов, другого высокотемпературного теплотехнологического оборудования

1.3. Задачи дисциплины научить методикам расчетов высокотемпературных теплотехнологических установок с определением расходов топлива, потерь теплоты в окружающую среду, а также способам экономии топливно-энергетических ресурсов.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	
Планируемые результаты обучения Знать: тепловые схемы топливных печей; особенности сжигания топлива в промышленных печах; применяемое энергосберегающее оборудование. Уметь: составлять материальные и тепловые балансы высокотемпературных теплотехнологических процессов; выполнять инженерные расчеты топочных и теплообменных процессов; оценивать энергетическую эффективность оборудования. Владеть: навыками составления и анализа энергетических балансов высокотемпературных теплотехнологических установок а так же навыками проектирования и эксплуатации печных установок, содорегенерационных котельных агрегатов, другого высокотемпературного теплотехнологического оборудования.		
ПК-7	способностью обеспечивать соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности, норм охраны труда, производственной и трудовой дисциплины	
Знать: принципиальные схемы высокотемпературного оборудования; правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования; правила по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности. Уметь: безопасно эксплуатировать основное и вспомогательное теплотехнологическое оборудование. Владеть: правилами технической эксплуатации теплотехнологических установок правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды		
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
<p>Знать: основные принципы эксплуатации энергосервиса теплоэнергетического оборудования, основные руководящие документы и технические директивы, использующие в эксплуатации теплоэнергетического оборудования</p> <p>Уметь: определять эксплуатационное состояние теплоэнергетического оборудования, используя при этом, как текущие показатели, так и нормативные. Правильно оценивать и принимать решение по состоянию эксплуатации.</p> <p>Владеть: практическими навыками в использовании нормативных показателей, режимных карт, используемых при эксплуатации теплоэнергетического оборудования.</p>		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях; (ПК-1)
- Безопасность жизнедеятельности, Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности) (ПК-7);
- Низкотемпературные технологические процессы и установки, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Производственная практика (технологическая практика) (ПК-10)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Монтаж высокотемпературных установок и способы экономии энергоресурсов при эксплуатации			
Тема 1. Назначение высокотемпературной технологической обработки материалов. Области применения высокотемпературных процессов и установок.	24		
Тема 2. Виды энергоносителей для достижения высокой температуры. Энергоемкость высокотемпературных установок. Способы снижения затрат теплоты и энергии теплотехнических процессов. Регенерация теплоты отработавших продуктов сгорания. Способы повышения эффективности использования теплоты в печных установках.	24		
Тема 3. Требования к территории, производственным зданиям и сооружениям для размещения высокотемпературных установок	24		
Текущий контроль 1. Устный опрос	1		
Учебный модуль 2. Эксплуатация и ремонт высокотемпературных установок			
Тема 4. Организация эксплуатации и оценка эффективности и надёжности высокотемпературных установок. Обеспечение экологических характеристик оборудования в процессе эксплуатации	22		
Тема 5. Организация, планирование, основные задачи ремонта и составление программ наладки и ремонта высокотемпературных установок. Техника безопасности при эксплуатации теплоэнергетических установок и систем	22		
Тема 6. Общие положения «Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок». Сфера действия правил. Высокотемпературные установки, подлежащие регистрации в органах Ростехнадзора. Порядок регистрации	22		
Текущий контроль 2. Устный опрос	1		
Промежуточный контроль по дисциплине зачет	4		
ВСЕГО:	144		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	8	4				
2	8	4				
3	8	4				
4	8	6				
5	8	6				
6	8	4				
ВСЕГО:		28				

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Расчет теплового баланса теплотехнологических установок	8	8				
2	Энергоемкость высокотемпературных установок	8	6				
3	Выбор вспомогательного оборудования	8	6				
4	Анализ характеристик топлива для печных установок и газификации	8	8				
5	Техника безопасности при эксплуатации теплоэнергетических установок и систем	8	8				
6	Высокотемпературные установки, подлежащие регистрации в органах Ростехнадзора. Порядок регистрации	8	6				
ВСЕГО:		42					

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2	Устный опрос	8	2				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	8	30				
Подготовка к практическим занятиям	8	40				
Подготовка к зачету	8	4				
ВСЕГО:		74				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Бегляров А.Э. Основы проектирования тепловых установок [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бегляров А.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 207 с

б) дополнительная учебная литература

2. Смородин С.Н., Белоусов В.Н., Лакомкин В.Ю. Методы энергосбережения в энергетических, технологических установках и строительстве: учебное пособие[Электронный ресурс]/ СПб ГТУРП.- СПб., 2014.-99с <http://www.nizrp.narod.ru>

3. Лакомкин В.Ю., Смородин С.Н., Громова Е.Н. Тепломассообменное оборудование предприятий (Сушильные установки): учебное. пособие / ВШТЭ СПб ГУПТД. СПб., 2016. -143 с

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Бельский А.П. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А.П. Бельский, В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин; СПбГТУРП, каф. пром. теплоэнергетики. – СПб, 2012. – 136 с. - Электронная библиотека учебных изданий ВШТЭ: <http://www.gturp.spb.ru/fkl/fpe/kaf/pte/lakomkin/drying2.htm>

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях:
<http://www.gturp.spb.ru/fkl/fpe/kaf/pte/lakomkin/energysave.htm>

2. Портал по энергосбережению:
<http://www.energsovet.ru/stat.php>

3. Перевод цементных печей на энергосберегающие технологии:
<http://www.nii-cement.ru/suh.htm>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Аудитория с мультимедийным учебным комплексом

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации, плакаты, каталоги оборудования, демонстрационные и раздаточные материалы

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы
Практические занятия	Работа с конспектом лекций и практических занятий; подготовка ответов к контрольным вопросам, тестовым заданиям; решение расчетно-графических заданий; решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Знакомство с дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники. При подготовке к экзамену необходимо проработать конспекты лекций и практических занятий курса и рекомендуемую литературу.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-1	Демонстрирует знания тепловых схем топливных печей; особенностей сжигания топлива в промышленных печах; применяемого энергосберегающего оборудования. Способен составлять материальные и тепловые балансы высокотемпературных теплотехнологических процессов; выполнять инженерные расчеты топочных и теплообменных процессов; оценивать энергетическую эффективность оборудования. Демонстрирует владение навыками составления и анализа энергетических балансов высокотемпературных теплотехнологических установок а так же навыками проектирования и эксплуатации печных установок, сорегенерационных котельных агрегатов, другого высокотемпературного теплотехнологического оборудования.	Устное собеседование Практическое задание	Перечень вопросов для устного собеседования (40 вопросов) Задачи (18 штук)
ПК-7	Ориентируется в принципиальных схемах высокотемпературного оборудования; правилах устройства и безопасной эксплуатации оборудования; правилах по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности. Способен безопасно эксплуатировать	Устное собеседование Практическое задание	Перечень вопросов для устного собеседования (40 вопросов) Задачи (12 штук)

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	основное и вспомогательное теплотехнологическое оборудование. Демонстрирует владение правилами технической эксплуатации теплотехнологических установок правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды		
ПК-10	Демонстрирует знания основных принципов эксплуатации энергосервиса теплоэнергетического оборудования, основных руководящих документов и технических директив, использующихся в эксплуатации теплоэнергетического оборудования Может определять эксплуатационное состояние теплоэнергетического оборудования, используя при этом, как текущие показатели, так и нормативные. Правильно оценивать и принимать решение по состоянию эксплуатации. Обладает практическими навыками в использовании нормативных показателей, режимных карт, используемых при эксплуатации теплоэнергетического оборудования.	Устное собеседование Практическое задание	Перечень вопросов для устного собеседования (40 вопросов) Задачи (12 штук)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
	Устное собеседование
Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях, плохо знаком с основной литературой, допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

** **Существенные ошибки** – недостаточная глубина и осознанность ответа (например, студент не смог применить теоретические знания для объяснения явлений, для установления причинно-следственных связей, сравнения и классификации явлений и т.д.).*

** **Несущественные ошибки** – неполнота ответа (например, упущение из вида какого-либо нехарактерного факта, дополнения при описании процесса, явления, закономерностей и т.д.); к ним могут быть отнесены оговорки, допущенные при невнимательности студента.*

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Какие виды топлив применяются в повседневной практике?	1
2	Что такое тепловой баланс котла?	5

3	Что такое собственные нужды котельной?	5
4	Чем отличаются КПД брутто и нетто?	5
5	Что вырабатывается в процессе газификации?	5
6	Что в основном используется на электростанциях в качестве газового топлива?	5
7	Какие примеси недопустимы в газовом топливе?	6
8	Что является причиной высокотемпературной коррозии?	6
9	Для чего предназначены градирни промышленных предприятий?	6
10	Что такое конвекция?	6
11	Что служит окислителем топлива на ТЭЦ?	1
12	Что является основным недостатком торфа?	1
13	Для чего служат топливные форсунки?	3
14	Каким способом осуществляется процесс получения газового топлива из твердого?	2
15	Какие устройства служат для получения газового топлива из твердого?	2
16	Что является функцией характеризующей меру беспорядка?	1
17	Что определяет силу воздействия на стенки сосуда (среднекинетическую энергию)?	1
18	18. Почему такой низкий КПД нетто котельной со слоевым сжиганием топлива?	2
19	К области каких температур относятся процессы плавки и литья?	2
20	Как называется отношение действительной температуры горения к адиабатической температуре горения?	3
21	При сжигании какого топлива выделяется меньше всего вредных веществ?	3
22	Что является отличительной особенностью котла-утилизатора?	4
23	Что такое лигнин?	4
24	В каком устройстве сжигается черный щелок?	1
25	В каком устройстве используется белый щелок?	1
26	Как называется процесс получения целлюлозы при котором в качестве реагента используется белый щелок?	1
27	Как называется процесс получения целлюлозы при котором в качестве реагента используется варочная кислота?	1
28	При какой температуре подается воздух в фурмы доменной печи?	1
29	У кого из газов самая высокая теплота сгорания?	2
30	У кого из газов самая низкая теплота сгорания?	2
31	Как называется процесс насыщения газового топлива сильно пахнущим веществом?	2
32	Как называется процесс окисковывания руды состоящей из мелких или пылевидных материалов путем их спекания?	3
33	Как называется процесс обработки твердого топлива водородом при высоких температуре и давлении?	3
34	Как называется регенеративный теплообменник для утилизации теплоты доменного газа?	4
35	Как называется подъемник для загрузки в доменную печь шихты и кокса?	1
36	Как называется зона печи откуда отводится доменный газ?	1
37	Как называется зона доменной печи где происходит плавление руды?	2
38	Какой критерий определяет относительное время нагрева?	2
39	В какой из зон методической печи устанавливается максимальная температура?	3
40	Чему равно численное значение коэффициента излучения абсолютно черного тела?	1
41	Преимущества и недостатки кислорода как окислителя.	1
42	Перечислите типовые энергосберегающие мероприятия на ТЭЦ (применение котлов-утилизаторов, рециркуляции, использование тепла конденсата).	2
43	Поясните особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях (например, использование тепла готового продукта).	5
44	Какие виды вторичных энергетических ресурсов вы знаете?	5
45	Какие вам известны способы и устройства для утилизации ВЭР?	4
46	Дайте характеристику устройств, используемых для переноса тепловой энергии от тела с более низкой температурой к телу с более высокой температурой, так называемых трансформаторов теплоты.	4
47	Что такое тепловая труба?	3
48	Приведите примеры конструкций теплоизолирующих аппаратов с тепловыми трубами	3
49	Как называются энергоносители, для получения которых не требуется энергопроизводящих установок?	2

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	<p>Определить экономическую эффективность применения водо-водяного охладителя конденсата для нагревания воды.</p> <p>расход воды $G_v = 30$ т/ч (8,33 кг/с); начальная температура воды $t_{в2} = 105$ °С; температура нагретой воды $t_{в1} = 140$ °С; пар сухой насыщенный: давление $P = 0,6$ МПа; энтальпия $i'' = 2756,4$ кДж/кг; температура насыщения $t_{н.п} = 158,1$ °С; температура конденсата после охладителя $t_k = 110$ °С; энтальпия конденсата $i' = 670,4$ кДж/кг.</p>	<p>Решение</p> <p>Расход пара для нагревания воды при отсутствии охладителя конденсата</p> $D_r = \frac{G_a \dot{N}_a (t_{a1} - t_{a2})}{(i'' - i') \varphi} = \frac{8,33 \cdot 4,19 (140 - 105)}{(2756,4 - 670,4) 0,98} = 0,60 \text{ т/ч} \quad (2160 \text{ кг/ч})$ <p>где $C_v = 4,19$ кДж/(кг °С) - теплоемкость воды; $\varphi = 0,98$ - коэффициент использования теплоты.</p> <p>Экономия топлива в результате включения охладителя конденсата</p> $B_T = \frac{D_n C_v (t_{н.п} - t_k)}{Q_i^r \eta} = \frac{2160 \cdot 4,19 (158,1 - 110)}{36872 \cdot 0,98} = 12,22 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (0,0034 \text{ м}^3/\text{с})$
2	<p>Определить количество пара, вырабатываемого котлом-утилизатором, установленным за мартеновской печью, а также рассчитать годовую экономию топлива (природного газа).</p> <p>начальная температура газов $t_{г1} = 700$ °С; конечная температура газов $t_{г2} = 160$ °С; объемный расход газов $V_g = 12000$ м³/ч; давление пара, вырабатываемого котлом-утилизатором $P_n = 40 \cdot 10^5$ Па (40 ата).</p>	<p>Решение</p> <p>Физические параметры теплоносителей:</p> <p>средняя температура газов</p> $t_g^{cp} = \frac{t_{г1} + t_{г2}}{2} = \frac{700 + 160}{2} = 430 \text{ °С};$ <p>плотность газов при $t_g^{cp} = 430$ °С</p> $\rho_g = 1,293 \cdot \frac{273}{273 + 430} = 0,502 \text{ кг/м}^3;$ <p>теплоемкость газов при $t_g^{cp} = 430$ °С $C_g = 1,16$ кДж/(кг °С); энтальпия пара при $P_n = 40 \cdot 10^5$ Па $i'' = 2800,0$ кДж/кг; температура насыщения пара $t_{н.п} = 250,3$ °С; температура питательной воды $t_{п.в} = 105,0$ °С; энтальпия питательной воды $i' = 440,0$ кДж/кг.</p> <p>Уравнение теплового баланса котла-утилизатора</p> $V_g \rho_g C_g (t_{г1} - t_{г2}) \varphi = D (i'' - i')$ <p>Количество пара, вырабатываемого котлом-утилизатором</p> $D = \frac{V_g \rho_g C_g (t_{г1} - t_{г2}) \varphi}{i'' - i'} = \frac{12000 \cdot 0,502 \cdot 1,16 \cdot (700 - 160) \cdot 0,95}{3600 \cdot (2800,0 - 440,0)} = 0,422 \text{ кг/с} = 1519 \text{ кг/ч}$ <p>где $\varphi = 0,95$ - коэффициент использования теплоты.</p> <p>Количество сэкономленного природного газа за 1 час</p> $B_T = \frac{Q}{Q_i^r \eta} = \frac{D (i'' - i')}{Q_i^r \eta} = \frac{1519 \cdot (2800,0 - 440,0)}{35000 \cdot 0,9} = 113,80 \text{ м}^3/\text{ч}$ <p>где $Q_i^r = 35000$ кДж/м³ - теплота сгорания природного газа; $\eta = 0,9$ - коэффициент полезного действия.</p> <p>Годовая экономия природного газа</p> $B_T^{год} = B_T \cdot 24 \cdot 360 = 113,80 \cdot 24 \cdot 360 = 983232,0 \text{ м}^3/\text{год}$ <p>Стоимость сэкономленного природного газа</p> $S = k \hat{A}_o^{aaa} = 4,5 \cdot 983232,0 = 4424544 \text{ руб/год}$ <p>где $k = 4,5$ руб/м³ - стоимость 1 м³ природного газа.</p>

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

10.3.3. Особенности проведения зачета

Время на подготовку 20 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение задачи. К ответу прилагается письменный конспект.