

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.01	Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии
----------------	--

Учебный план: _____ ФГОС3++m130401.21-12_26-12.plx

Кафедра:

21

 Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Технология производства электрической и тепловой энергии

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
1	УП	34	17	56,75	0,25	3	Зачет
	РПД	34	17	56,75	0,25	3	
2	УП	17	17	2	36	2	Экзамен
	РПД	17	17	2	36	2	
Итого	УП	51	34	58,75	36,25	5	
	РПД	51	34	58,75	36,25	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Волков Юрий Витальевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области энергосберегающих технологий при производстве электрической и тепловой энергии, связанных с реализацией правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов.

1.2 Задачи дисциплины:

- Изучить материалы энергосбережения.
- Рассмотреть мероприятия по энергосбережению.
- Продемонстрировать организацию энергосбережения.
- Установить возможности применения методов энергосбережения.
- Провести оценку эффективности технологий энергосбережения.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1.2: Способен к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства тепловой и электрической энергии
Знать: Нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения; основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения; типовые энергосберегающие мероприятия при производстве электрической и тепловой энергии.
Уметь: Производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения при производстве электрической и тепловой энергии; планировать мероприятия по энергосбережению.
Владеть: Методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой потенциала энергосбережения.
ПК-2.2: Способен осуществлять планирование и оптимально распределять топливно-энергетические ресурсы, в соответствии с потребностями и режимами работы оборудования при производстве тепловой и электрической энергии
Знать: Технические характеристики и рабочие параметры оборудования при производстве электрической и тепловой энергии; основные критерии энергосбережения; типовые энергосберегающие мероприятия при производстве электрической и тепловой энергии.
Уметь: Производить расчеты потребности в топливно-энергетических ресурсах с оценкой потенциала энергосбережения при производстве электрической и тепловой энергии; планировать мероприятия по экономии топлива.
Владеть: Методиками проведения расчетов потребности в топливно-энергетических ресурсах с оценкой потенциала энергосбережения.
ПК-5.2: Способен к проведению технических расчетов, технико-экономического и стоимостного анализа проектных решений оборудования и технологических процессов производства тепловой и электрической энергии
Знать: Основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения; типовые энергосберегающие мероприятия при производстве электрической и тепловой энергии.
Уметь: Применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию; планировать мероприятия по энергосбережению; проводить технико-экономические расчеты оценки мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов при производстве электрической и тепловой энергии.
Владеть: Методиками технико-экономических обоснований мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов при производстве электрической и тепловой энергии.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Актуальность рационального использования энергоресурсов	1				О
Тема 1. Актуальность энергосбережения в России и мире. Основные термины и определения. Производство и потребление энергоресурсов в России и мире. Классификация топливно-энергетических ресурсов и единицы измерения. Актуальность энергосбережения.		6		8	
Тема 2. Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения. Нормативно-правовые документы. Нормативно-технические документы.		6	5	8,75	
Тема 3. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии. Общие положения. Термодинамические показатели оценки энергетической эффективности и особенности их применения в теплотехнике и в теплотехнологиях. Технические (натуральные) показатели оценки энергетической эффективности. Экономические показатели оценки энергетической эффективности.		6	4	8	
Раздел 2. Энергосбережение при производстве, распределении и потреблении тепловой энергии					
Тема 4. Энергосбережение в котельных установках. Утилизация теплоты уходящих газов при снижении их температуры. Использование аккумулированной котлом теплоты при его останове. Модернизация паровых котлов для работы в водогрейном режиме. Использование горючих отходов производства. Утилизация энергии пара и конденсата. Повышение эффективности использования топлива в котельных установках.		6	4	8	О
Тема 5. Энергосбережение на ТЭС и ТЭЦ. Когенерация и тригенерация. Повышение экономичности ПТУ конденсационного типа. Совершенствование технологий деаэрации воды на ТЭЦ. Анализ работы дымовых труб на ТЭЦ.		2		8	

Тема 6. Энергосбережение в системах транспортировки и распределения тепловой энергии. Общие сведения о передаче тепловой энергии. Схемы присоединения потребителей к тепловым сетям. Потери энергии и ресурсов в тепловых сетях. Меры по сокращению потерь энергии и ресурсов в тепловых сетях.		6	4	8	
Тема 7. Энергосбережение в системах отопления, горячего теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования. Эффективная теплоизоляция трубопроводов. Малое гидравлическое сопротивление трубопровода. Снижение тепловой нагрузки на системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Осуществление экономичных режимов работы систем.		2		8	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	17	56,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Раздел 3. Энергосбережение зданий и сооружений	2				0
Тема 8. Теплоизоляция. Классификация тепловой изоляции. Свойства теплоизоляционных материалов. Теплоизоляционные материалы и изделия из органического сырья. Теплоизоляционные материалы и изделия из неорганического сырья. Основные виды применяемой теплоизоляции. Расчет потерь через ограждающие конструкции.		4	4		
Тема 9. Энергосберегающие технологии для зданий и сооружений. Виды теплопотерь. Общие принципы снижения энергозатрат зданий и сооружений. Архитектурные и инженерные решения снижения энергозатрат при теплоснабжении зданий. Использование дополнительных источников энергии для систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Применение инфракрасных излучателей и солнечных радиационных батарей.		2		0,5	
Тема 10. Энергосбережение при электроснабжении. Устройство компенсации реактивной мощности. Потери энергии в электродвигателях. Энергосбережение в системах электрического освещения.		2		0,5	
Тема 11. Строительство энергоэффективных зданий. Стандарты строительства. Общие принципы энергосбережения в зданиях и сооружениях. Зелёное строительство. Энергоэкономичные здания. Энергоактивные здания. Умный дом. Типовые энергосберегающие мероприятия и оценка энергосберегающих эффектов.		2		0,5	

Раздел 4. Промышленное энергосбережение				
Тема 12. Энергосбережение в промышленности. Энерготехнологическое использование топлива. Энергосбережение при снижении температуры уходящих газов. Энергосбережение при сжигании органических отходов. Энергетическое использование корьевых и древесных отходов.		2		0,5
Тема 13. Оценка и учет экономии энергоресурсов в промышленности. Оценка энергосбережения в теплоэнергетике. Автоматизированная система комплексного учёта топливно- энергетических ресурсов. Приборы учета тепловой энергии и теплоносителя. Приборы учета электрической энергии.		2	4	0
Тема 14. Энергосберегающие технологии для промышленности. Энергосберегающие технологии при производстве электрической энергии. Энергосберегающие технологии при производстве тепловой энергии. Энергосбережение в сушильных установках, выпарных установках и в ректификационных установках. Автономные теплоэнергетические комплексы. Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях.		3	9	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	2
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5
Всего контактная работа и СР по дисциплине		87,75		92,25

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-1.2	Излагает методики проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой потенциала энергосбережения. Демонстрирует умение производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения при производстве электрической и тепловой энергии; планировать мероприятия по энергосбережению Использует навыки оценки балансовых соотношений для анализа энергопотребления; основных критериев энергосбережения; типовых энергосберегающих мероприятий при производстве электрической и тепловой энергии
ПК-2.2	Излагает методики проведения расчетов потребности в топливно-энергетических ресурсах с оценкой потенциала энергосбережения. Демонстрирует умение производить расчеты потребности в топливно-энергетических ресурсах с оценкой потенциала энергосбережения при производстве электрической и тепловой энергии; планировать мероприятия по экономии топлива.

	Использует технические характеристики и рабочие параметры оборудования при производстве электрической и тепловой энергии; основные критерии энергосбережения; типовые энергосберегающие мероприятия при производстве электрической и тепловой энергии.
ПК-5.2	Излагает методики технико-экономических обоснований мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов при производстве электрической и тепловой энергии. Демонстрирует умение применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию; планировать мероприятия по энергосбережению; проводить технико-экономические расчеты оценки мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов при производстве электрической и тепловой энергии. Использует основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения; типовые энергосберегающие мероприятия при производстве электрической и тепловой энергии

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией. В работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил

	предусмотренных программой заданий, не знаком с содержанием рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	оформления. Неспособность ответить на вопросы по письменной работе без помощи преподавателя. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом.
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных положений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных положений и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных положений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных положений и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные положения; 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. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные положения; 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. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Снижение температуры дымовых газов в котлах
2	Сокращение массового расхода дымовых газов за счет снижения из-бытка воздуха горения в котлах
3	Рекуперативные и регенеративные горелки
4	Кислородное сжигание
5	Дросселирование пара и использование турбодетандеров
6	Предварительный подогрев питательной воды
7	Оптимизация расхода пара в деаэраторе

8	Минимизация величины продувки котла
9	Утилизация энергии продувочной воды котла
10	Перевод паровых котлов в водогрейный режим
11	Промежуточный перегрев пара на ТЭЦ
12	Регенеративный подогрев воды, поступающей на питание котла ТЭЦ
13	Регенеративный подогрев сжатого воздуха продуктами сгорания
14	Охлаждение воздуха перед компрессором или между отдельными его ступенями
15	Инвентаризация и оценка насосных систем
16	Выбор насоса
17	Оптимизация трубопроводной системы
Семестр 2	
18	Приводы с переменной скоростью (ЧРП)
19	Вертикальная однетрубная система с верхней разводкой
20	Вертикальная однетрубная система с нижней разводкой
21	Горизонтальная однетрубная система
22	Вертикальная двухтрубная система отопления с верхней разводкой
23	Вертикальная двухтрубная система отопления с нижней разводкой
24	Местное пофасадное регулирование расхода теплоносителя в ИТП
25	Использование системы местной вентиляции
26	Теплообменники-утилизаторы
27	Применение теплонасосных установок
28	Термохимическая и воздушная регенерация тепловой энергии газовых отходов
29	Рециркуляция сушильного агента
30	Многокорпусные выпарные аппараты поверхностного типа. Схема прямоточная с конденсатором
31	Использование низкопотенциальной тепловой энергии ректификационных колонн
32	Понятие о теплоизоляции
33	Конструкции технической теплоизоляции
34	Выбор теплоизоляционных материалов

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задачи указаны в приложении.

Оформление соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 и ГОСТ 2.105-95

Варианты исходных данных в соответствии с заданием

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа на зачете 30 минут, на экзамене 45 минут.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				

Ю.В. Волков	Энергосберегающие технологии и энергоаудит [Текст]: методические рекомендации по выполнению практических заданий	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/3.pdf
Ю.В. Волков	Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии: практикум	М-во науки и высшего образования РФ, С. - Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1584198069.pdf

7.1.2 Дополнительная учебная литература

Кузнецова, И. В., Гильмутдинов, И. И., Сабирзянов, А. Н.	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2017	http://www.iprbookshop.ru/79603.html
Жуков, Н. П., Майникова, Н. Ф.	Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/85986.html

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL: <http://teplokot.ru/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
MicrosoftOfficeProfessional 2013
Симулятор тепловой схемы ТЭЦ v1.0

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

рабочей программы дисциплины: Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии

по направлению подготовки 13.04.01

наименование ОП (профиля): Технология производства электрической и тепловой энергии

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
Семестр 1	
1	Задача № 1 На предприятии для нужд ТЭЦ и технологии потребляется природного газа $G_{\text{ПГ}}$ (м³/год), из которых $G'_{\text{ПГ}}$ (м³/год) используется на ТЭЦ для выработки электроэнергии и тепла. Известно, что на ТЭЦ вырабатывается тепловой энергии $Q_{\text{ТЭЦ}}$ (Гкал/год) при удельном расходе условного топлива $b_{\text{УТ}}$ (кг у.т./ГДж). Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии $b_{\text{ЭЭ}}$ (г у.т./(кВт·ч)). Из энергосистемы предприятие потребляет $\Delta_{\text{ТЭЦ}}$ (млн. кВт·ч/год). Определите количество вырабатываемой на ТЭЦ электроэнергии Δ (кВт·ч/год) и общие затраты энергии на предприятии B_{Σ} (т у.т.).
2	Задача № 2 Предприятие запланировало получить за год со стороны B_{Σ} (т у.т.) энергоресурсов. Причем из них $B_{\text{М}}$ (%) мазута, $B_{\text{ТЭ}}$ (%) тепловой энергии, $B_{\text{ПГ}}$ (%) природного газа. По итогам года отклонение от планового расхода составило: по мазуту +40 т; по теплу +50 ГДж; по газу: $+0,1 \times 10^3$ нм³. Определите фактический расход всех энергоресурсов (M, $TЭ$, $ПГ$) в натуральных единицах, а также годовое энергопотребление предприятием условного топлива.
3	Задача № 3 В тепловой схеме ТЭЦ для использования тепловой энергии непрерывной продувки установлен сепаратор и теплообменник. Оцените годовую экономию условного топлива от использования тепловой энергии продувочной воды. Паропроизводительность D_K, давление насыщенного пара $P_{\text{П}}$, температура исходной воды, поступающей в котельную $t_{\text{ИВ}}$, годовое число часов использования работы ТЭЦ τ, сухой остаток химически очищенной воды S_X, суммарные потери пара и конденсата в долях паропроизводительности котельной Π_K. Котел имеет двухступенчатую схему испарения с выносным циклоном, $\eta_{\text{КА}}^{\text{бр}} = 0,81$. Энтальпия сепарированного пара $h_{\text{СВ}} = 2700$ кДж/кг, температура сепарированной воды $t_{\text{СП}} = 60^\circ\text{C}$.
4	Задача № 4 Определите экономию условного топлива при уменьшении температуры уходящих газов $t_{\text{УХ}}$ от 190°C до 130°C для котла, работающего на природном газе при следующих условиях: теплопроизводительность котельной Q (МВт); КПД котла брутто $\eta_{\text{КА}}^{\text{бр}}$ (%); удельные потери тепла от химической неполноты сгорания топлива q_3 (%); объем дымовых газов $V_{\text{УХ}}$ (м³); удельная теплоемкость дымовых газов $c_{\text{УХ}}$ (кДж/(кг·К)).
5	Задача № 5 Сравните годовые потери тепла при отсутствии тепловой изоляции парового коллектора диаметром d (мм) и длиной l (м), если он находится: а) в помещении с температурой воздуха $t_{\text{В}}$ ($^\circ\text{C}$); б) на открытом воздухе при наружной температуре $t'_{\text{В}}$ ($^\circ\text{C}$) и скорости ветра $w_{\text{В}}$ (м/с). Температура пара t_1 ($^\circ\text{C}$). Число часов работы τ.
6	Задача № 6 Определите часовую утечку пара через отверстия диаметром d мм при давлении в паропроводах P кгс/см².
Семестр 2	
1	Задача № 1 Определение расчетно-нормативного и фактического потребления тепловой энергии на отопление: – расчет теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций – определение расчетно-нормативного потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период

	– расчет фактического потребления тепловой энергии на отопление за отопительный период
2	Задача № 2 Определение расчетно-нормативного и фактического потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды: – определение расчетно-нормативного потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды – расчет фактического потребления тепловой энергии на горячее водоснабжение и горячей воды