



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
с изменениями  
решением ученого совета ИТЭ  
протокол №8 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Теплоэнергетики

\_\_\_\_\_ С.О. Гапоненко

« 30 » мая 20 23 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*Б1.О.20.05 Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях*

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация

\_\_\_\_\_ Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений	Зав.каф., д.т.н., профессор	Ильин В.К.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Кафедра - разработчик «Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений»	11.05.2023	11	_____ Зав. каф., д.т.н., проф. Ильин В.К.
Согласована	Выпускающая кафедра «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения»	16.05.2023	8	_____ Зав. каф., д.т.н., проф. Ваньков Ю.В.
Согласована	Выпускающая кафедра «Атомные и тепловые электрические станции»	18.05.2023	23-22/23	_____ Зав. каф., д.х.н., проф. Чичирова Н.Д.
Согласована	Выпускающая кафедра «Химия и водородная энергетика»	19.05.2023	11	_____ Зав. каф., д.х.н., проф. Чичиров А.А.
Согласована	Выпускающая кафедра «Экономика и организация производства»	25.05.2023	13	_____ Зав. каф., д.т.н., доц. Ахметова И.Г.
Согласована	Учебно-методический совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института Теплоэнергетики	30.05.2023	9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии» является подготовка студентов к проведению работ по рациональному использованию энергетических ресурсов на объектах своей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- познакомить обучающихся со структурой производства и потребления топливно-энергетических ресурсов в России и мире;
- получение знаний о нормативно-правовой и нормативно-технической базе энергосбережения, основах энергосбережения на объектах теплоэнергетики и теплотехнологий, основных балансовых соотношениях для анализа энергосбережения, основных критериях энергосбережения, типовых энергосберегающих мероприятиях в энергетике и на объектах ЖКХ, оценка потенциала энергосбережения на объекте, планирование мероприятий по энергосбережению, выбор способов и критериев энергетической оптимизации, выполнение основных расчетов по энергосбережению, внедрение полученных знаний в практической деятельности по энергосбережению на объектах.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-4. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: Теоретические основы теплотехники, Теоретические основы электротехники.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: Государственная итоговая аттестация.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	99	99

АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,89	68	68
Лекции	0,94	34	34
Практические (семинарские) занятия	0,94	34	34
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,11	112	112
Проработка учебного материала	1,11	40	40
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	1	36	36
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	60	60
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,61	22	22
Лекции	0,28	10	10
Практические (семинарские) занятия	0,33	12	12
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,39	158	158
Проработка учебного материала	3,14	113	113
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	1	36	36
Подготовка к промежуточной аттестации		9	9
Промежуточная аттестация:			Э

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1		2	-	2	6	ТК1	ОПК-4.3
Раздел 2		4	-	2	6	ТК1	ОПК-4.3
Раздел 3		2	-	2	6	ТК1	ОПК-4.3

Раздел 4		2	-	2	6	ТК1	ОПК-4.3
Раздел 5		2	-	2	6	ТК2	ОПК-4.3
Раздел 6		4	-	2	6	ТК2	ОПК-4.3
Раздел 7		4	-	4	6	ТК2	ОПК-4.3
Раздел 8		4	-	6	8	ТК2	ОПК-4.3
Раздел 9		4	-	6	8	ТК3	ОПК-4.3
Раздел 10		2	-	2	6	ТК3	ОПК-4.3
Раздел 11		2	-	4	8	ТК3	ОПК-4.3
Раздел 12		2	-	2	4	ТК3	ОПК-4.3
Курсовая работа	36				36	<b>ОМ кр</b>	ОПК-4.3
Экзамен	36				36	<b>ОМ</b>	ОПК-4.3
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>112</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Актуальность рационального использования энергетических ресурсов в России и в мире.

*Основные виды топливно-энергетических ресурсов, их классификация и единицы измерения. Энергетика страны и актуальность рационального использования энергоресурсов.*

Раздел 2. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии

*Энергосбережение как энергетический ресурс. Полезное применение энергии. Основные критерии эффективности использования ТЭР. Их виды и краткая характеристика. Термодинамические критерии эффективности использования энергии. Эксергетический КПД. Технические (натуральные) показатели эффективности использования энергии. Технологическое топливное число, как показатель полной энергоёмкости готовой продукции. Экономические показатели оценки энергетической эффективности.*

Раздел 3. Нормирование потребления энергоресурсов

*Нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов. Нормирование потребления энергоресурсов зданиями и сооружениями. Нормирование энергоресурсов промышленными потребителями.*

Раздел 4. Энергетические балансы потребителей топливно-энергетических ресурсов

*Основные виды энергетических балансов. Их назначение. Источники их составления. Энергетический баланс промышленного предприятия.*

*Характеристика его основных составляющих. Распределение основных потоков потребляемой энергии на промышленном предприятии. Энергетический баланс здания и его основные составляющие.*

## Раздел 5. Методы энергосбережения при производстве тепловой энергии

*Виды источников тепловой энергии. Виды тепловых электрических станций, их КПД. Способы повышения энергетической эффективности ТЭС. Преимущества и недостатки автономных источников энергии. Когенерация и тригенерация. КПД котельной установки. Основные энергосберегающие мероприятия для паровых и водогрейных котлов в производственных котельных.*

## Раздел 6. Энергосбережение в системах транспорта и распределения тепловой энергии

*Общие сведения о передаче тепловой энергии. Рациональное энергоиспользование в системах производства и распределения энергоносителей. Тепловые сети. Их виды и основные элементы. Основные виды потерь энергии и ресурсов в тепловых сетях.*

## Раздел 7. Вторичные энергетические ресурсы

*Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Их виды и краткая характеристика. Экономия энергии при утилизации ВЭР. Принципиальные возможности использования вторичных энергоресурсов. Методы использования тепловых ВЭР. Регенеративное и внешнее использование теплоты ВЭР. Вторичные энергетические ресурсы избыточного давления. Методы их использования. Тепловые насосы. Их назначение и принцип действия. Коэффициент трансформации. Источники низкопотенциальной теплоты для их работы. Области применения. Использование низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов.*

## Раздел 8. Энергосбережение в теплотехнологиях

*Энергосбережение в ректификационных установках. Энергосбережение в сушильных установках. Способы энергосбережения в выпарных аппаратах поверхностного типа.*

## Раздел 9. Рациональное использование энергии в зданиях и сооружениях

*Основные потери теплоты зданием. Пути уменьшения тепловых потерь. Способы энергосбережения в зданиях. Классификация мер по энергосбережению в жилых и общественных зданиях. Принципиальные схемы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Способы снижения нагрузки на систему отопления здания. Энергосбережение в*

*системах вентиляции и кондиционирования. Рециркуляция. Использование теплоты вентиляционных выбросов при помощи рекуперативных и регенеративных теплообменников и тепловых насосов. Типовые энергосберегающие мероприятия в системах теплоснабжения зданий и оценка их энергосберегающих эффектов.*

## Раздел 10. Энергосбережение при электроснабжении потребителей

*Общие сведения о системах электроснабжения. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. Направления энергосбережения в системах электроснабжения.*

## Раздел 11. Учет энергетических ресурсов

*Значение учета энергетических ресурсов. Приборы учета тепловой энергии. Состав теплосчетчика. Учет тепловой энергии и теплоносителя в открытых и закрытых системах теплоснабжения. Учет электрической энергии. Приборы учета тепловой энергии и теплоносителя. Особенности учета тепловой энергии в различных системах теплоснабжения.*

## Раздел 12. Основы энергетического обследования

*Энергетические обследования промышленных предприятий. Виды энергетического обследования, основные этапы организации и проведения работ по экспресс-обследованию и углубленному обследованию энергохозяйств предприятий и организаций. Методика и организация проведения энергетического обследования. Инструментальный аудит. Приборное обеспечение энергетического обследования. Энергетический паспорт.*

### **3.4. Тематический план практических занятий**

Занятие 1. Определение потребности энергетических ресурсов в единицах условного и первичного топлива на работу технологического оборудования.

Занятие 2. Энергетические методы анализа теплоэнергетических систем.

Занятие 3. Расчет нормирования затрат топливно-энергетических ресурсов на предприятиях и в хозяйствах.

Занятие 4. Составление топливно-энергетических балансов.

Занятие 5. Оценка потенциала энергосбережения на промышленных предприятиях и в теплоиспользующих установках.

Занятие 6. Энергосбережение в системах распределения пара и горячей воды.

Занятие 7. Экономия топлива за счет использования вторичных энергетических ресурсов

Занятие 8. Использование низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов.

Занятие 9. Энергосбережение в ректификационных установках.

Занятие 10. Энергосбережение в сушильных установках.

Занятие 11. Способы энергосбережения в выпарных аппаратах поверхностного типа.

Занятие 12. Способы энергосбережения в зданиях. Классификация мер по энергосбережению в жилых и общественных зданиях. Способы снижения нагрузки на систему отопления здания.

Занятие 13. Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования.

Занятие 14. Изучение работы электронно-коммутируемого вентилятора со встроенной электроникой.

Занятие 15. Определение эффективности и качества освещения.

Занятие 16. Учет тепловой энергии и электрической энергии. Приборы учета.

Занятие 17. Изучение особенностей работы ультразвукового расходомера и портативного тепловизора.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

*Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.*

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Темы курсовой работы:

1. Использование солнечной энергии в системах теплоснабжения (параметры по вариантам)

N п.п	Фамилия И.О.	Объект	Температура наружного воздуха, °С	Продолжительность отопительного периода, сут	Этажность	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество людей	Ориентация коллектора
1.	Иванов В.В.	жилой дом	-25	200	2	150	9	Ю

2. Спроектировать однокорпусную вакуум-выпарную установку для выпаривания раствора хлористого кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) от  $x_{\text{нач}}$  до  $x_{\text{кон}}$  % для производительности по исходному (разбавленному) раствору  $G_{\text{нач}}$  кг/ч при следующих условиях:



- абсолютное давление греющего пара  $p_{г.п}$  кгс/см<sup>2</sup>, влажность его 5%;
- абсолютное давление в барометрическом конденсаторе  $p_0$  кгс/см<sup>2</sup>;
- слабый раствор поступает в аппарат при  $t_{нач}$  °С;
- допустимые теплоты потери – в размере 5 % от полезно затрачиваемой теплоты.
- тип выпарного аппарата – выпарной аппарат с естественной циркуляцией с выносной циркуляционной трубой и солеотделением (тип 1 исполнение 3 ГОСТ 11987-81).

Вторичный пар из выпарного аппарата поступает в барометрический конденсатор по паропроводу, оптимальная скорость пара в трубе  $50 \div 100$  м/с. Длина паропровода 15 м. Коэффициент трения  $\lambda = 0,03$ . Местные сопротивления на паропроводе приведены в таблице 1.

Таблица № 1

Местное сопротивление	Коэффициент сопротивления ( $\zeta$ )	Кол-во	Сумма
Вход в трубу	0,5	1	0,5
Выход из трубы	1,0	1	1,0
Повороты на 90 °С	0,2	3	0,6
$\sum \zeta$			2,1

### Варианты контрольных заданий

Каждый студент выполняет вариант задания согласно списку:

Таблица № 2

№	$G_{нач}$ , кг/ч	$x_{нач}$ , %	$x_{кон}$ , %	$P_{г.п}$ , кгс/см <sup>2</sup>	$p_0$ , кгс/см <sup>2</sup>	$t_{нач}$ , °С
1	18600	8,2	20,4	1,4	0,4	70

### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по бально-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции и	Запланированные результаты обучения по	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий

		дисциплине	от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-4	ОПК-4.3	<p>знать: нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения (ресурсосбережения); типовые энергосберегающие мероприятия при производстве, транспортировке и потреблении теплоты (то есть в энергетике, промышленности и объектах ЖКХ)</p>				
		<p>знает в полном объеме нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения (ресурсосбережения); типовые энергосберегающие мероприятия при производстве, транспортировке и потреблении теплоты (то есть в</p>	<p>знает нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения (ресурсосбережения); типовые энергосберегающие мероприятия при производст</p>	<p>Уровень знаний нормативных правовых, технических, экономических и экологических основ энергосбережения (ресурсосбережения); основных балансовых соотношений для анализа энергопотребления; основных критерий энергосбережения (ресурсосбережения); типовых энергосберегающих мероприятий при производств</p>	<p>Не знает нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения (ресурсосбережения); типовые энергосберегающие мероприятия при производстве, транспортировке и потреблении теплоты (то есть в</p>	

			энергетике, промышленности и объектах ЖКХ)	энергетике, промышленности и объектах ЖКХ), допущены незначительные ошибки	энергетике, промышленности и объектах ЖКХ) минимальной, имеют место не грубые ошибки	объектах ЖКХ), допущены незначительные ошибки
<p>уметь: производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению)</p>						
			Продемонстрированы умения производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению) в полном объеме без ошибок	Продемонстрированы умения производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению) с незначительными ошибками	Продемонстрированы умения производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению) с не грубыми ошибками	Не умеет производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению), допущены грубые ошибки
<p>владеть: методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой потенциала энергосбережения.</p>						
			в полной мере владеет методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с	владеет методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой	владеет методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой	не владеет методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой

			оценкой потенциала энергосбережения.	потенциала энергосбережения.	потенциала энергосбережения, совершает негрубые ошибки	потенциала энергосбережения или совершает грубые ошибки
--	--	--	--------------------------------------	------------------------------	--	---

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Байтасов Р.Р. Основы энергосбережения: учебное пособие для вузов / Р. Р. Байтасов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-8789-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180865>.

2. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / Ю. В. Овчинников, О. К. Григорьева, А. А. Францева. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 258 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226067.html>. - ISBN 978-5-7782-2606-7. - Текст : электронный.

3. Щур А.В. Энергосбережение: учебное пособие / А. В. Щур, Н. В. Бышов, Н. Н. Казаченок [и др.]. — Рязань: РГАТУ, 2020. — 260 с. — ISBN 978-5-904308-57-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164064>.

#### **5.1.2.Дополнительная литература**

1. Жуков Н.П. Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях: учебное пособие / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова. — Тамбов: ТГТУ, 2017. — 122 с. — ISBN 978-5-8265-1689-8. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319586>.

2. Кузнецова И.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / И. В. Кузнецова, И. И. Гильмутдинов. — Казань: КНИТУ, 2017. — 125 с. — ISBN 978-5-7882-2125-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101903>.

3. Энергосбережение: учебное пособие / Н. А. Стрельников. - Н.Новгород: НГТУ, 2019. - 72 с. - **URL:** <https://e.lanbook.com/book/152133>. - **ISBN** 978-5-7782-3884-8. - Текст : электронный.

4. Котомкин В. Н. Энергоменеджмент. Энергосбережение в зданиях / В. Н. Котомкин. — 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 376 с. ISBN 978-5-507-47344-1. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362312>

5. Малышев В. С. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии. Холод и энергосбережение / В. С. Малышев, С. П. Пантилеев. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. 96 с. ISBN 978-5-507-48133-0. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/362744>

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронная библиотечная система КГЭУ "ИРБИС64" (<http://lib.kgeu.ru/>).
2. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (<https://www.studentlibrary.ru/>)
4. Энциклопедии, словари, справочники (URL: <http://www.rubricon.com>).
5. Портал "Открытое образование" (<http://npoed.ru>)
6. ДК «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях» размещенный в LMS Moodle 3.0

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Российская национальная библиотека (<http://nlr.ru/>)
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru/>)
3. Web of Science (<https://webofknowledge.com/>)
4. Scopus (<https://www.scopus.com>)
5. КиберЛенинка (<https://cyberleninka.ru/>)
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>)
7. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>)
8. Техническая библиотека (<http://techlibrary.ru>)
9. Справочная правовая система «Консультант Плюс» (<http://consultant.ru>)
10. Справочно-правовая система по законодательству РФ (<http://garant.ru>)
11. Образовательный портал (<http://www.uceba.com>)

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский медицинский библиотечно-информационный центр" №61/2008 от 17.06.2008 Неискл. право . Бессрочно
5	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

### 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультиме-

		дидейный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсовой работы Д-620	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала,

предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:



*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

## Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	п. 3.2. Раздел 8 и п. 3.6 КР	25.03.2024	Добавлено задание: Спроектировать однокорпусную вакуум-выпарную установку для выпаривания раствора хлористого кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) от $x_{\text{нач}}$ до $x_{\text{кон}}$ % для производительности по исходному (разбавленному) раствору $G_{\text{нач}}$ кг/ч		
2	п. 5.1	25.03.2024	Дополнена литература: Котомкин В. Н. Энергоменеджмент. Энергосбережение в зданиях / В. Н. Котомкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 376 с. — ISBN 978-5-507-47344-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/362312">https://e.lanbook.com/book/362312</a>		
3	п. 5.1	25.03.2024	Дополнена литература: Малышев В. С. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии. Холод и энергосбережение / В. С. Малышев, С. П. Пантилеев. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 96 с. — ISBN 978-5-507-48133-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/362744">https://e.lanbook.com/book/362744</a>		

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГЭУ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

*Б1.О.20.05 Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях*

---

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника \_\_\_\_\_

Квалификация \_\_\_\_\_ Бакалавр \_\_\_\_\_  
*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях», предназначенные для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта

Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1. Актуальность рационального использования энергетических ресурсов в России и в мире.</b> <b>Раздел 2. Методы и критерии оценки эффективности использования энергии</b> <b>Раздел 3. Нормирование потребления энергоресурсов</b> <b>Раздел 4. Энергетические балансы потребителей топливно-энергетических ресурсов</b>	ТК1	10	0-15					10-25	10-25
Практическое задание		5							
Письменный опрос		5							
Тест			0-15						
<b>Раздел 5. Методы энергосбережения при производстве тепловой энергии</b> <b>Раздел 6. Энергосбережение в системах транспорта и распределения тепловой энергии</b> <b>Раздел 7. Вторичные энергетические ресурсы</b> <b>Раздел 8. Энергосбережение в теплотехнологиях</b>	ТК2			25	0-15			25-40	25-40
Практическое задание				15					
Письменный опрос				10					
Тест					0-15				

Раздел 9. Рациональное использование энергии в зданиях и сооружениях Раздел 10. Энергосбережение при электроснабжении потребителей Раздел 11. Учет энергетических ресурсов Раздел 12. Основы энергетического обследования	ТК3						20	0-15	20-35	20-35
Практическое задание							15			
Письменный опрос							5			
Тест								0-15		
Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ									0-45
В письменной форме по билетам										0-45

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели								
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация	
Раздел 1. Использование солнечной энергии в системах теплоснабжения и методика расчета	ТК1	10	0-15						10-25	10-25
Раздел 1. Теплотехнологический расчет выпарного аппарата	ТК1	10	0-15						10-25	10-25
Письменный опрос			0-15							
Защита раздела 1 КР		10								
Раздел 2. Экономическое обоснование проекта	ТК2			20	0-15				20-35	20-35
Раздел 2. Расчет системы энергообеспечения установки: мощность и производительность парогенератора, расход охлаждающей воды, мощность вакуум-насоса, теплоизоляцию аппарата.	ТК2			20	0-15				20-35	20-35
Письменный опрос					0-15					

Защита раздела 2 КР				20					
<b>Раздел 3. Проектирование принципиальных схем солнечной системы теплоснабжения и отопления.</b>	<b>ТКЗ</b>					<b>25</b>	<b>0-15</b>	<b>25-40</b>	<b>25-40</b>
<b>Раздел 3. Чертеж общего вида спроектированного аппарата</b>	<b>ТКЗ</b>					<b>25</b>	<b>0-15</b>	<b>25-40</b>	<b>25-40</b>
Письменный опрос							0-15		
Защита раздела 3 КР						25			
<b>Промежуточная аттестация (КР)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-45</b>
Задание промежуточной аттестации	ОМк р								0-45

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции и	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-4	ОПК-4.3	<p>знать: нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения (ресурсосбережения); типовые энергосберегающие мероприятия при производстве, транспортировке и потреблении теплоты (то есть в энергетике, промышленности и объектах ЖКХ)</p>	знает в полном объеме нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); основные	знает нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); основные	Уровень знаний нормативных правовых, технических, экономических и экологических основ энергосбережения (ресурсосбережения); основных	Не знает нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения); основные балансовые соотношения

			<p>балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения (ресурсосбережения); типовые энергосберегающие мероприятия при производстве, транспортировке и потреблении теплоты (то есть в энергетике, промышленности и объектах ЖКХ)</p>	<p>балансовые соотношения для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения (ресурсосбережения); типовые энергосберегающие мероприятия при производстве, транспортировке и потреблении теплоты (то есть в энергетике, промышленности и объектах ЖКХ), допущены незначительные ошибки</p>	<p>балансовых соотношений для анализа энергопотребления; основных критерий энергосбережения (ресурсосбережения); типовых энергосберегающих мероприятий при производстве, транспортировке и потреблении теплоты (то есть в энергетике, промышленности и объектах ЖКХ) минимальный, имеют место не грубые ошибки</p>	<p>для анализа энергопотребления; основные критерии энергосбережения (ресурсосбережения); типовые энергосберегающие мероприятия при производстве, транспортировке и потреблении теплоты (то есть в энергетике, промышленности и объектах ЖКХ), допущены незначительные ошибки</p>
		<p>уметь: производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению)</p>				
			<p>Продемонстрированы умения производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на</p>	<p>Продемонстрированы умения производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на</p>	<p>Продемонстрированы умения производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на</p>	<p>Не умеет производить электро- и теплотехнические расчеты с оценкой потенциала энергосбережения (ресурсосбережения) на объекте деятельности; планировать</p>

			объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению) в полном объеме без ошибок	объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению) с незначительными ошибками	объекте деятельности; планировать мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению) с негрубыми ошибками	мероприятия по энергосбережению (ресурсосбережению), допущены грубые ошибки
		владеть: методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой потенциала энергосбережения.				
			в полной мере владеет методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой потенциала энергосбережения.	владеет методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой потенциала энергосбережения.	владеет методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой потенциала энергосбережения, совершает негрубые ошибки	не владеет методиками проведения электро- и теплотехнических расчетов с оценкой потенциала энергосбережения или совершает грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание)*;

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание) с незначительными ошибками*;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ с грубыми ошибками и не в полном объеме; при ответе на вопросы билета (теоретическое или практическое задание) допускает грубые ошибки*.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за выполнение *индивидуальных заданий в семестре, тестовых заданий, контрольных работ с грубыми ошибками, не продемонстрированы знания, сформированные умения и навыки*.



### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы работ
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

*Примеры заданий*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ОПК-4. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах (ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)

**Вопросы для проведения письменного опроса ТК1:**

1. Назовите основные виды ТЭР.
2. Что такое «условное топливо» и «первичное условное топливо»?

3. Что такое высшая и низшая теплота сгорания?
4. Назовите основные положения закона «Об энергосбережении».
5. Перечислите основные нормативные документы по энергосбережению в РФ.
6. Перечислите виды учета топливно-энергетических ресурсов.
7. Классификация энергобалансов предприятий.
8. Организация энергетического нормирования и показатели нормирования.
9. Как уменьшить теплопотребление в здании?
10. Для каких объектов составляются энергетические балансы?
11. Поясните преимущества эксергетического анализа при оценке эффективности работы теплотехнологической установки.
12. Какие топливно-энергетические ресурсы относятся к первичным и какие нельзя отнести к первичным?
13. Укажите основную цель нормативно-методического обеспечения энергосбережения.

### **Практическое задание**

Примеры практических заданий:

#### **Задача 1**

Произвести перерасчет топлива в единицы условного топлива и нефтяного эквивалента. Топливо – торф. Расход топлива 7000 тонн. Теплота сгорания 2400 ккал/кг.

#### **Задача 2**

Промышленное предприятие в течение года потребляет:

- природного газа ( $Q_{\text{нг}}^p = 8350 \text{ ккал/м}^3$ )  $G_{\text{г}} = 18 \cdot 10^6 (\text{м}^3)$ ;
- мазута ( $Q_{\text{нм}}^p = 9800 \text{ ккал/кг}$ )  $G_{\text{м}} = 1,25 \cdot 10^6 (\text{т})$ ;
- угля ( $Q_{\text{ну}}^p = 5970 \text{ ккал/кг}$ )  $G_{\text{у}} = 90 \cdot 10^6 (\text{т})$ ;

Определите потребности предприятия в условном топливе.

#### **Задача 3**

На предприятии для нужд ТЭЦ и технологии потребляется  $500 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{год}$  природного газа,  $400 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{год}$  из которых используется на ТЭЦ для выработки электроэнергии и тепла. Известно, что на ТЭЦ вырабатывается  $200 \times 10^3 \text{ Гкал/год}$  при  $v_{\text{тт}} = 40,6 \text{ кг у.т./ГДж}$ . Удельный расход условного топлива  $v_{\text{э}} = 330 \text{ г у.т./кВт} \times \text{ч}$ . Из энергосистемы предприятие потребляет 60 млн. кВт×ч/год. Определите количество вырабатываемой на ТЭЦ электроэнергии и общие затраты энергии на предприятии в т у.т.

#### **Задача 4**

Добыча нефти и угля во 2 квартале 2022 года характеризовалась следующими данными:

Топливо	Объем добычи, млн. т		
	апрель	май	июнь
Нефть	23,8	25,0	24,2
Уголь	23,2	20,2	18,7

Теплота сгорания нефти равна 45,0 мДж/кг, угля – 26,8 мДж/кг. Сделайте пересчет в условное топливо (29.3 мДж/кг).

### Задача 5

Произвести расчет нормативных затрат тепловой энергии на производство 1 т товарной продукции маслодельном заводе. Варианты для студентов:

Объем выпуска продукции предприятием

Наименование продукции / Объем выпуска, т					
№ по зачетной книжке	Прием молока	Масло	Казеин	Цельномолочная продукция	Отгрузка молока
1	6780	135	50	650	3580
2	6782	137	52	652	3582
3	6784	139	54	654	3584
4	6786	141	56	656	3586
5	6788	143	58	658	3588
6	6790	145	60	660	3590
7	6792	147	62	662	3592
8	6794	149	64	664	3594
9	6796	151	66	666	3596
10	6798	153	68	668	3598
11	6800	155	70	670	3600
12	6802	157	72	672	3602
13	6804	159	74	674	3604
14	6806	161	76	676	3606
15	6808	163	78	678	3608
16	6810	165	80	680	3610
17	6812	167	82	682	3612
18	6814	169	84	684	3614
19	6816	171	86	686	3616
20	6818	173	88	688	3618
21	6820	175	90	690	3620
22	6822	177	92	692	3622
23	6824	179	94	694	3624
24	6826	181	96	696	3626
25	6828	183	98	698	3628
26	6830	185	100	700	3630
27	6832	187	102	702	3632
28	6834	189	104	704	3634
29	6836	191	106	706	3636

30	6838	193	108	708	3638
----	------	-----	-----	-----	------

### Технологический расход тепла

Прямой расход/ Цеховой технологический расход, (тыс.ккал/т)							
№ по зачетной книжке	Отгрузка молока	Сметана 20 % жирности	Казеин технический	Масло крестьянское	Молоко 2,5% жирности	Кефир 2,5% жирности	Катык 3,2% жирности
1	80	70/80	11000/900	150/170	60/70	60/70	70/80
2	82	70/82	11000/902	150/172	60/72	60/72	70/82
3	84	70/84	11000/904	150/174	60/74	60/74	70/84
4	86	70/86	11000/906	150/176	60/76	60/76	70/86
5	88	70/88	11000/908	150/178	60/78	60/78	70/88
6	90	70/90	11000/910	150/180	60/80	60/80	70/90
7	92	70/92	11000/912	150/182	60/82	60/82	70/92
8	94	70/94	11000/914	150/184	60/84	60/84	70/94
9	96	70/96	11000/916	150/186	60/86	60/86	70/96
10	98	70/98	11000/918	150/188	60/88	60/88	70/98
11	100	70/100	11000/920	150/190	60/90	60/90	70/100
12	102	70/102	11000/922	150/192	60/92	60/92	70/102
13	104	70/104	11000/924	150/194	60/94	60/94	70/104
14	106	70/106	11000/926	150/196	60/96	60/96	70/106
15	108	70/108	11000/928	150/198	60/98	60/98	70/108
16	110	70/110	11000/930	150/200	60/100	60/100	70/110
17	112	70/112	11000/932	150/202	60/102	60/102	70/112
18	114	70/114	11000/934	150/204	60/104	60/104	70/114
19	116	70/116	11000/936	150/206	60/106	60/106	70/116
20	118	70/118	11000/938	150/208	60/108	60/108	70/118
21	120	70/120	11000/940	150/210	60/110	60/110	70/120
22	122	70/122	11000/942	150/212	60/112	60/112	70/122
23	124	70/124	11000/944	150/214	60/114	60/114	70/124
24	126	70/126	11000/946	150/216	60/116	60/116	70/126
25	128	70/128	11000/948	150/218	60/118	60/118	70/128
26	130	70/130	11000/950	150/220	60/120	60/120	70/130
27	132	70/132	11000/952	150/222	60/122	60/122	70/132
28	134	70/134	11000/954	150/224	60/124	60/124	70/134
29	136	70/136	11000/956	150/226	60/126	60/126	70/136
30	138	70/138	11000/958	150/228	60/128	60/128	70/138

### Примеры тестовых заданий:

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Для составления энергетической ценности различных видов топлива и их суммарного учета введено понятие</i>	а) условного топлива б) первичного условного топлива в) теплотворной способности топлива г) низшей теплоты сгорания топлива
<i>Что входит в понятие энергосбережение?</i>	а) реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии б) результат интеллектуальной деятельности, содержащий систематизированные знания, используемые для выпуска соответствующей продукции, применения соответствующего процесса или оказания соответствующих услуг, совокупность научно-технических знаний, технических решений, процессов, материалов и оборудования, которые могут быть использованы при разработке, производстве или эксплуатации продукции в) топливно-энергетический комплекс страны, охватывает получение, передачу, преобразование и использование различных видов энергии и энергетических ресурсов
<i>Каким Федеральным законом определяются объекты, в отношении которых проводятся энергетические обследования?</i>	а) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации» от 23 ноября 2009г. № 261-ФЗ б) «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ в) «О саморегулируемых организациях» от 01 декабря 2007г № 315-ФЗ
<i>Перевести перерасчет дизельного топлива с расходом 8000 тонн в единицы условного топлива. Теплота сгорания 10 200 ккал /кг.</i>	11 657 туг
<i>В качестве энергетического топлива используется тяжёлый продукт переработки нефти - ... (<math>\rho = 890 - 1000 \text{ кг/м}^3</math>)</i>	мазут

### Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ОПК-4. Способен демонстрировать

применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах (ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)

### **Вопросы для проведения письменного опроса ТК2:**

1. Что такое когенерация? Приведите пример такого производства тепловой и электрической энергии.
2. Какие преимущества дает перевод паровых котлов в водогрейный режим?
3. Назначение и принцип работы ЦТП, ИТП.
4. Назовите виды прокладки теплопроводов в системах теплоснабжения.
5. Назовите потери энергетических ресурсов при эксплуатации тепловых сетей.
6. Назовите виды вторичных энергетических ресурсов.
7. Объясните принцип работы тепловых насосов.
8. В чем заключается процесс сушки материала?
9. Что такое кинетика и статика сушки?
10. Что представляет собой процесс выпаривания?
11. Энергосбережение в сушильных установках
12. Что представляет собой процесс ректификации?
13. Способы энергосбережения в ректификационных установках.
14. Энергосбережение в процессах выпаривания растворов.
15. Методы использования тепловых ВЭР.

### **Практическое задание**

Примеры практических заданий:

#### **Задача 1**

Определите тепловые потери с  $10 \text{ м}^2$  неизолированной плоской стенки длиной 20 м и с  $10 \text{ м}^2$  неизолированной трубы диаметром 100 мм, если температура теплоносителя  $170^\circ\text{C}$ , температура воздуха  $+20^\circ\text{C}$  и скорость ветра  $w = 3 \text{ м/с}$  (пластина и труба омываются воздухом в продольном направлении). Степень черноты поверхности стенки и трубы принять равной 0,8.

#### **Задача 2**

Оцените экономию условного топлива при замещении пара, полученного от собственной котельной, паром, отпускаемым с ТЭЦ. Замещаемая тепловая нагрузка 30 ГДж/ч, расчетная тепловая нагрузка отборов теплофикационных турбин 6 МВт, расчетная тепловая нагрузка ТЭЦ 67 ГДж/ч, КПД местной котельной 70%, котельной ТЭЦ 85%, тепловых сетей 95%.

#### **Задача 3**

Неизолированный трубопровод длиной 20 м расположен на открытом воздухе. Температура теплоносителя  $160^\circ\text{C}$ , температура воздуха  $23^\circ\text{C}$ . Скорость ветра  $W = 2 \text{ м/с}$ , диаметр трубопровода 108 мм. Определить количество тепла, передаваемого в окружающую среду нагретой поверхностью трубопровода.

#### Задача 4

Предложите энергосберегающую схему для повышения энергетической эффективности промышленной котельной, имеющей закрытую систему сбора конденсата. Покажите возможности оценки потенциала энергосбережения.

#### Задача 5

В помещении, температура стен которого  $t_{ст}=20^{\circ}\text{C}$ , проложено 12 м неизолированного паропровода, наружный диаметр которого 350 мм, а температура поверхности  $t_{нар}=200^{\circ}\text{C}$ , степень черноты металла  $\varepsilon=0,8$ . Найти годовые тепловые потери за счет излучения и конвекции.

#### Примеры тестовых заданий:

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Способность энергосистемы обеспечивать бесперебойность энергоснабжения потребителей и поддержание в допустимых пределах показателей качества электрической энергии и тепла</i>	<i>а) межсистемная связь энергосистем</i>
	<i>б) секционирование энергосистемы</i>
	<i>в) живучесть энергосистемы</i>
	<i>г) надежность работы энергосистемы</i>
<i>К первичной информации по разработке и анализу энергетических балансов промышленных предприятий относят</i>	<i>а) общие сведения о предприятии</i>
	<i>б) проектные и отчетные (фактические) данные по энергоиспользованию</i>
	<i>в) технические и энергетические характеристики технологических процессов и установок</i>
	<i>г) стоимость энергоносителей</i>
	<i>д) режимы работы оборудования</i>
<i>Какие потери энергии (из перечисленных ниже) являются наибольшими при конвективной сушке?</i>	<i>а) с уходящим сушильным агентом</i>
	<i>б) с сушимым материалом и через ограждения</i>
	<i>в) за счет кинетического несовершенства установки</i>
	<i>г) с пролетным паром</i>
<i>ВЭР избыточного давления - ... энергия газов и жидкостей, покидающих технологические агрегаты с избыточным давлением.</i>	<i>потенциальная</i>
<i>... - процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии.</i>	<i>когенерация</i>

#### Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ОПК-4. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах (ОПК-4.3 Демонстрирует понимание основ получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)

## Вопросы для проведения письменного опроса ТКЗ

1. Что такое рециркуляция?
2. Утилизаторы теплоты вытяжного воздуха как перспективное энергосберегающее мероприятие.
3. Утилизация тепла вентиляционных выбросов
4. Для чего нужен энергетический паспорт предприятия?
5. Из каких разделов состоит энергетический паспорт предприятия?
6. Для чего и где используют регенерацию/рекуперацию тепла?
7. Приборы учета тепловой энергии.
8. Учет электрической энергии.
9. Перечислите мероприятия по снижению потерь в системах электроснабжения.
10. Что влияет на качество электрической энергии?
11. Перечислите основные способы энергосбережения в освещении помещений.
12. Что такое освещенность?
13. Поясните разницу между энергоаудитом и энергосбережением.

### Практическое задание

Примеры практических заданий:

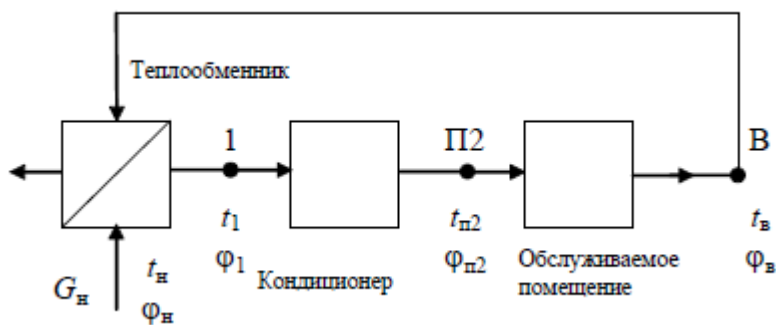
#### Задача 1

Расчитайте экономию тепловой энергии в случае уменьшения расхода инфильтрующегося воздуха на 50% из-за проведения энергосберегающих мероприятий. Расчетные температуры: наружного воздуха  $t_{н}^{p,от} = -26^{\circ}\text{C}$ , внутри помещения  $t_{в}^p = 18^{\circ}\text{C}$ . Расчетное количество людей в помещении  $n = 157$  человек.

#### Задача 2

В системе кондиционирования здания (см. схему) воздух окружающей среды с температурой  $t_{н}=0^{\circ}\text{C}$  и влажностью  $d_{н}=3$  г/кг с.в. подогревается в утилизационном рекуперативном теплообменнике до температуры  $t_1=15^{\circ}\text{C}$ . Затем, пройдя термовлажностную обработку в центральном кондиционере, воздух поступает в обслуживаемое помещение с параметрами  $t_{п2}=20^{\circ}\text{C}$  и  $\phi_{п2}=55\%$ . Температуру и относительную влажность воздуха на выходе из цеха принять соответственно равными  $t_{в}=25^{\circ}\text{C}$  и  $\phi_{в}=65\%$ . Расход свежего воздуха равен  $G_{н}=2$  кг/с. Определите, какую тепловую мощность можно сэкономить при применении в схеме кондиционирования утилизационного теплообменника, по сравнению с прямоточной схемой. Определите экономию условного топлива, полагая, что источником теплоснабжения является ТЭЦ.





### Задача 3

Рассчитайте площади поверхностей теплообмена калориферов, используемых для нагрева 10 кг/с наружного воздуха от  $-26^{\circ}\text{C}$  до  $+10^{\circ}\text{C}$  воздухом, удаляемым из помещения, в системе утилизации теплоты последнего с жидкостно-воздушными теплообменниками-утилизаторами (калориферами) и циркулирующим между ними промежуточным теплоносителем. В качестве промежуточного теплоносителя используется вода. Ее минимальная температура в системе  $+5^{\circ}\text{C}$ , конечная  $+8^{\circ}\text{C}$ . Температура вытяжного воздуха  $+25^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность 50 %.

### Задача 4

Фактическое теплотребление системой горячего водоснабжения жилого здания, выявленное по результатам инструментального энергоаудита, составляет 120 кВт. Оцените потенциал энергосбережения, если расчетное количество потребителей горячей воды равно  $m = 100$  человек. Температура горячей воды  $55^{\circ}\text{C}$ , температура холодной водопроводной воды в отопительный период  $5^{\circ}\text{C}$ , в летний период  $15^{\circ}\text{C}$ .

**Задача 5.** Влажный воздух имеет температуру  $60^{\circ}\text{C}$  и степень насыщения 0,4. Определить с помощью Id-диаграммы остальные параметры этого воздуха: теплосодержание  $I$ , влагосодержание  $d$ .

### Примеры тестовых заданий:

Вопрос	Варианты ответа
Основными мероприятиями по экономии энергии в системах вентиляции зданий являются	а) замена старых вентиляторов новыми, более экономичными
	б) оснащение систем гвс счетчиками расходов
	в) установка шторм из пленки ПВХ
	г) снижение потребления за счет оптимизации расходов и регулирования температуры
	д) отключение вентиляционных установок при отсутствии людей на работе
Различают ... учет энергетических ресурсов	е) автоматизация управления вентиляционными установками
	а) коммерческий и технический
	б) финансовый и технический
	в) технический и потребительский

	г) коммерческий и финансовый
<i>Методом снижения затрат теплоты, поступающей от внешних источников, на подогрев воздуха в систему приточной вентиляции и кондиционирования воздуха является ...</i>	рециркуляция
<i>... учет - предназначен для осуществления финансовых расчетов между поставщиком и потребителем</i>	коммерческий
<i>Учет ... осуществляется счетчиками активной и реактивной электроэнергии.</i>	электропотребления

### Для промежуточной аттестации:

#### *Теоретические вопросы*

1. Виды энергии и энергоресурсы. Понятие теплотворной способности топлива, условного топлива и топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).
2. Вентиляция производственных помещений. Записать зависимость для определения воздухообмена, кратности воздухообмена.
3. Кондиционирование воздуха показать на i-d диаграмме процесс нагрева, охлаждения и смешивания влажного воздуха.
4. Основы государственной энергетической политики. Закон по энергосбережению.
5. Сушка материала. Записать материальный и тепловой балансы процесса сушки.
6. Энергобаланс промышленных предприятий.
7. Способы энергосбережения в ректификационных установках.
8. Кинетика и динамика процесса сушки. Схема расчета процесса сушки с охлаждением.
9. Методика проведения энергетического обследования. Порядок проведения инструментального обследования.
10. Методика технико-экономической оценки энергосберегающих мероприятий и проектов.
11. Тепло- и влагообмен в процессе сушки. I-d диаграмма влажного воздуха.
12. Энергосбережение при выпаривании. Устройство выпарных аппаратов.
13. Энергосбережение в процессе ректификации. Принцип работы ректификационной колонны.
14. Нормирование расхода энергоресурсов. Основные понятия и принципы в области энергосбережения.
15. Показатели энергоэффективности продукции.
16. Энергосбережение в энергетических установках. Снижение тепловых потерь в котлах.
17. Использование тепловой энергии непрерывной продувки котлов.
18. Методы комбинированной выработки энергии
19. Конденсационные котлы. Схема и принцип работы.
20. Многокотловые двухконтурные системы отопления и горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией.

21. Правила и схема учета тепловой энергии и теплоносителя.
22. Физико-химические основы процесса ректификации. Материальный баланс ректификационной колонны.
23. Энергосбережение в сушильных установках.
24. Энергосбережение в процессах выпаривания растворов.
25. Энергосбережение в котельных установках. Тепловой баланс котельного агрегата.
26. Энергосбережение при производстве электрической энергии. Когенерация.
27. Энергосбережение в системе отопления и горячего водоснабжения.
28. Схемы отопления и горячего водоснабжения.
29. Тепловые насосы, их устройство, принцип действия и область применения.
30. Понятие об эксергии, эксергетический баланс и эксергетический КПД.
31. Методика определения расхода теплоты на отопление, вентиляцию и ГВС.
32. Энергосбережение в процессе транспортировки тепловой энергии.
33. Энергосбережение в процессе транспортировки электрической энергии.
34. Энергосбережение в ЖКХ.
35. Технологии использования вторичных энергоресурсов (ВЭР)