

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной теплоэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

«_____» _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

Б1.В.ДВ.03.01

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Промышленная теплоэнергетика

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	27
4.4 Семинары / практические занятия.....	27
4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа	27
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	28
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	29
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	30
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	30
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ	30
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	37
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	41
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	42

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектной и экспериментально-исследовательским видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Познакомить первокурсников, в избранной области их будущей деятельности с местом теплоэнергетики в развитии народного хозяйства.

Задачи дисциплины

Обучающиеся должны иметь представления об энергетическом потенциале и использовании топлива в России. Дисциплина «Введение в специальность» формирует у будущих специалистов необходимые понятия о теплоэнергетике, которая развивается, уточняется и углубляется по мере изучения общенаучных, общетехнических и особенно специальных дисциплин.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы естествознания. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин.
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; - типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составить энергетический баланс конкретной теплоэнергетической установки; - провести поверочный или конструктивный расчёт теплообменного аппарата и другого оборудования; - оценить технико-экономические характеристики технологического процесса. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов. - навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 введение в специальность относится к элективной части.

Дисциплина введение в специальность базируется на знаниях, полученных при изучении основных образовательных программ.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, введение в специальность представляет основу для изучения дисциплин: Б1.Б.15 «Техническая термодинамика», Б1.Б.16 «Тепломассообмен», Б1.Б.18 «Безопасность жизнедеятельности», Б1.Б.19 «Электротехника и электроника», Б1.Б.21 «Гидрогазодинамика».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	1	1	72	34	17	-	17	38	-	зачёт
Заочная	1	-	72	8	4	-	4	60	-	зачёт
Заочная (ускоренное обучение)	1	-	72	4	4	-	2	28	-	зачёт

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			1
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	34	7	34
Лекции (Лк)	17	7	17
Практические занятия (ПЗ)	17	-	17
Индивидуальные (групповые) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	38	-	38
Подготовка к зачёту	17	-	17
Подготовка к практическим занятиям	21	-	21
III. Промежуточная аттестация зачёт	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины	час. зач. ед.	72	72
		2	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо-ем-кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		
			лек-ции	практиче-ские заня-тия	самостоятель-ная работа обу-чающихся
1	2	3	4	5	6
1.	Понятие о стандартизации	6	1	-	5
1.1	Понятие «ГОСТ» и «ОСТ»	6	1	-	5
2.	Понятие о промышленной теплоэнергетике	17	4	6	7
2.1	Энергетический потенциал и использование топлива в России.	7,5	1,5	3	3
2.2	Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	2	1	-	1
2.3	Проблемные вопросы теплоэнергетики.	7,5	1,5	3	3
3.	Теплоэнергетические установки	16	2	7	7
3.1	Термодинамические основы работы тепло-энергетических установок.	6	0,5	3	2,5
3.2	Циклы теплосиловых установок. Котельные установки.	7,5	1	4	2,5
3.3	Потенциал энергосбережения в России.	2,5	0,5	-	2
4.	Промышленные теплообменные установки	15	4	4	7
4.1	Рекуперативные (регенеративные) и смешивающего типа ТОА.	7,5	2	2	3,5
4.2	Выпарные и сушильные установки.	7,5	2	2	3,5
5.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	10	4	-	6
5.1	Энергия излучения солнца, ветра, рек, морских приливов и отливов, морских волн.	5	2	-	3
5.2	Использование теплоты земли, биотоплива, вторичных энергоресурсов.	5	2	-	3
6.	Охрана окружающей среды	8	2	-	6
6.1	Охрана окружающей среды при хранении, переработке и использовании твердого, жидкого и газообразного топлив.	8	2	-	6
	ИТОГО	72	17	17	38

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо-ем-кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		
			лек-ции	практиче-ские заня-тия	самостоятель-ная работа обу-чающихся
1	2	3	4	5	6
1.	Понятие о стандартизации	5,25	0,25	-	5
1.1	Понятие «ГОСТ» и «ОСТ»	5,25	0,25	-	5
2.	Понятие о промышленной теплоэнергетике	11,5	0,5	-	11
2.1	Энергетический потенциал и использование топлива в России.	4,2	0,2	-	4
2.2	Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	3,1	0,1	-	3
2.3	Проблемные вопросы теплоэнергетики.	4,2	0,2	-	4
3.	Теплоэнергетические установки	12	1	-	11
3.1	Термодинамические основы работы теплоэнергетических	4,4	0,4	-	4

	установок.				
3.2	Циклы теплосиловых установок. Котельные установки.	4,4	0,4	-	4
3.3	Потенциал энергосбережения в России.	3,2	0,2	-	3
4.	Промышленные теплообменные установки	21,6	1,6	4	16
4.1	Рекуперативные (регенеративные) и смешивающего типа ТОА.	10,8	0,8	2	8
4.2	Выпарные и сушильные установки.	10,8	0,8	2	8
5.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	12,4	0,4	-	12
5.1	Энергия излучения солнца, ветра, рек, морских приливов и отливов, морских волн.	6,2	0,2	-	6
5.2	Использование теплоты земли, биотоплива, вторичных энергоресурсов.	6,2	0,2	-	6
6.	Охрана окружающей среды	5,25	0,25	-	5
6.1	Охрана окружающей среды при хранении, переработке и использовании твердого, жидкого и газообразного топлив.	5,25	0,25	-	5
	ИТОГО	68	4	4	60

- для заочной формы (ускоренное обучение):

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)	
			учебные занятия	
			лекции	самостоятельная работа обучающихся
1	2	3	4	5
1.	Понятие о стандартизации	4,25	0,25	4
1.1	Понятие «ГОСТ» и «ОСТ»	4,25	0,25	4
2.	Понятие о промышленной теплоэнергетике	6,5	0,5	6
2.1	Энергетический потенциал и использование топлива в России.	2,2	0,2	2
2.2	Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	2,1	0,1	2
2.3	Проблемные вопросы теплоэнергетики.	2,2	0,2	2
3.	Теплоэнергетические установки	5	1	4
3.1	Термодинамические основы работы тепло-энергетических установок.	2,4	0,4	2
3.2	Циклы теплосиловых установок. Котельные установки.	1,4	0,4	1
3.3	Потенциал энергосбережения в России.	1,2	0,2	1
4.	Промышленные теплообменные установки	7,6	1,6	6
4.1	Рекуперативные (регенеративные) и смешивающего типа ТОА.	3,8	0,8	3
4.2	Выпарные и сушильные установки.	3,8	0,8	3
5.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	4,4	0,4	4
5.1	Энергия излучения солнца, ветра, рек, морских приливов и отливов, морских волн.	2,2	0,2	2
5.2	Использование теплоты земли, биотоплива, вторичных энергоресурсов.	2,2	0,2	2
6.	Охрана окружающей среды	4,25	0,25	4
6.1	Охрана окружающей среды при хранении, переработке и использовании твердого, жидкого и газообразного топлив.	4,25	0,25	4
	ИТОГО	32	4	28

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Понятие о стандартизации		
1.1	Понятие «ГОСТ» и «ОСТ»	<p>Государственный стандарт — основная категория стандартов в СССР, сегодня межгосударственный стандарт в СНГ. Принимается Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС).</p> <p>В советские времена все стандарты являлись обязательными для применения в тех областях, которые определялись преамбулой самого стандарта. В Российской Федерации федеральным законом о техническом регулировании № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 года разделены понятия «технический регламент» и «стандарт», в связи с чем все стандарты должны утратить обязательный характер и применяться добровольно. До 1 сентября 2011 года в период до принятия соответствующих технических регламентов закон предусматривал обязательное исполнение требований стандартов в части, соответствующей целям защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений; предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей. С 1 сентября 2011 года все нормативные правовые акты и нормативные документы в области технического регулирования, не включенные в перечень обязательных, имеют добровольное применение.</p> <p>Государственный стандарт имеет силу (если не заменён национальным стандартом) в следующих странах: Азербайджанская Республика, Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Грузия, Республика Казахстан, Киргизская Республика, Республика Молдова, Российская Федерация, Республика Таджикистан, Туркменистан, Республика Узбекистан, Украина.</p> <p>Классификация стандартов</p> <p>Популярным классификатором стандартов является «Классификатор государственных стандартов СССР». Под названием «Классификатор государственных стандартов» (КГС) используется и в настоящее время. Классификатор является строго иерархическим, с буквенно-цифровой системой кодов на трёх (изредка четырёх) уровнях. Первый уровень (раздел) состоит из 19 заглавных букв русского алфавита, второй (класс) и третий (группа) уровни — цифровые. Четвёртый уровень (подгруппа) может добавляться после точки.</p> <p>подавляющее большинство действующих стандартов имеет обозначение КГС.</p> <p>С 1 октября 2000 года КГС заменён Общероссийским классификатором стандартов ОК 001—2000. Этот классификатор построен на основе Международного классификатора стандартов ISO. Однако КГС до сих пор используется в качестве основы многих информационно-поисковых систем стандартов. Он является также основным для межгосударственной системы стандартизации стран СНГ.</p> <p>В этой системе продолжает использоваться индекс категории стандарта — ГОСТ, тогда как для стандартов, принимаемых только в России, применяется индекс категории стандарта — ГОСТ Р. Код самого стандарта состоит из номера и года утверждения стандарта, разделённых дефисом. Номер в основном определяется последовательностью принятия или, если это систематизированное семейство, то номер содержит код семейства, точку и номер внутри семейства. Например, стандарт с номером, содержащим префикс «2.», относится к Единой системе конструкторской документации (ЕСКД), «4.» — к Системе показателей качества продукции (СПКП) и т. д.</p>	Работа в малых группах (1 час)

		<p>Общероссийский классификатор стандартов (ОКС) разработан ВНИИ классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству. Он представляет собой полный текст Международного классификатора стандартов (МКС), принятого ИСО.</p> <p>ОКС входит в состав Единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК) РФ. Классификатор предназначен для использования при построении каталогов, указателей, выборочных перечней, библиографических материалов по международным, межгосударственным и национальным стандартам и другим нормативным и техническим документам.</p> <p>Объектами классификации ОКС являются стандарты и другие нормативные и технические документы.</p> <p>Классификатор представляет собой иерархическую трёхступенчатую классификацию с цифровым алфавитом кода классификационных группировок и имеет следующую структуру: XX.YYY.ZZ, где XX — раздел, YYY — группа, ZZ — подгруппа. На первой ступени (раздел) классифицируются предметные области стандартизации, имеющие дальнейшее деление на второй и третьей ступенях классификации (группа, подгруппа). Раздел классифицируется двузначным цифровым кодом. Код группы состоит из кода предметной области и трёхзначного цифрового кода группы, разделённых точкой.</p> <p>Код подгруппы состоит из кода группы и собственного двузначного кода, разделённых точкой, например: 31 Электроника; 31.060 Конденсаторы; 31.060.70 Силовые конденсаторы.</p> <p>Примеры кодов некоторых групп стандартов: 01 Общие положения; 01.040 Словари.</p> <p>Публикация стандартов</p> <p>В соответствии с постановлением Правительства РФ № 594 от 25 сентября 2003 года, которым утверждено «Положение об опубликовании национальных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации», а также в соответствии с решением суда города Санкт-Петербург от 20 февраля 2006 г., обязанность публиковать на своём официальном сайте все тексты государственных стандартов и общероссийских классификаторов возложена на Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии России (Ростехрегулирования), однако данный орган не выполняет свои обязательства и продолжает распространять официальные тексты стандартов на платной основе.</p> <p>Судебный пристав, обязанный по исполнительному листу проконтролировать исполнение судебного решения, прекратил исполнительное производство после получения от Ростехрегулирования заверения, что всё исполнено и тексты стандартов опубликованы. Проверять верность слов судебный пристав не посчитал необходимым.</p> <p>В связи с этим Институт развития свободы информации (ИРСИ) обратился в суд за признанием незаконным решения судебного пристава о прекращении исполнительного производства.</p> <p>17 мая 2007 года ИРСИ получил отказ в удовлетворении своей жалобы на действия пристава в Мосгорсуде. Основная цель всех исков — добиться от Ростехрегулирования публикации полных текстов национальных стандартов на его официальном сайте.</p> <p>Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2007 года № 966 внесены изменения в Постановление Правительства Российской Федерации от 15 августа 2003 года № 500, утверждена новая редакция «Положения о федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов» и единой информационной системе по техническому регулированию. Была начата публикация стандартов в интернете на сайтах gost.ru и protect.gost.ru.</p> <p>Отраслевой стандарт (ОСТ) — устанавливается на те виды продукции, нормы, правила, требования, понятия и обозначения, регламентация которых необходима для обеспечения качества продукции данной отрасли. Обычно в виде ОСТов оформляются типовые ситуации, которые после</p>	
--	--	---	--

		<p>дальнейшей практической проверки и подтверждения своей важности служат основой для выпуска соответствующего ГОСТа.</p> <p>Объектами отраслевой стандартизации в частности могут быть отдельные виды продукции ограниченного применения, технологическая оснастка и инструмент, предназначенные для применения в данной области, сырье, материалы, полуфабрикаты внутриотраслевого применения, отдельные виды товаров народного потребления. Также объектами могут быть технические нормы и типовые технологические процессы, специфичные для данной отрасли, нормы, требования и методов в области организации проектирования; производства и эксплуатации промышленной продукции и товаров народного потребления.</p> <p>Отраслевые стандарты обязательны для всех предприятий и организаций данной области, а также для предприятий других отраслей (заказчика), принимающих или потребляющих продукцию этой отрасли. Отраслевые стандарты утверждаются министерством (ведомством), являющимся головным (ведущим) в производстве данного вида продукции. Степень обязательности соблюдения требований стандарта отрасли определяется тем предприятием, которое применяет его, или по договору между изготовителем и потребителем. Контроль за выполнением обязательных требований организует ведомство, принявшее данный стандарт.</p> <p>Обозначение отраслевого стандарта в соответствии с ГОСТ Р1.5-92 "Государственная система стандартизации Российской Федерации Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов" содержит индекс ОСТ; условное обозначение министерства (ведомства), выпустившего стандарт; регистрационный номер, присваиваемый в порядке, установленном в министерстве (ведомстве) по согласованию с Госстандартом России; а также через короткое тире после регистрационного номера две (для ОСТ, принятых до 2000 г.) или четыре (для ОСТ, принятых после 2000 г.) последние цифры года принятия стандарта.</p> <p>Отраслевой стандарт делится на следующие группы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • отраслевые стандарты на транспорт (ОСТ 37.001.417-90 «Фильтры тонкой очистки масла автомобильных, тракторных и комбайновых двигателей» и т. д.); • отраслевые стандарты на гаражное оборудование; • отраслевые стандарты на процесс обслуживания; • отраслевые стандарты на процесс предпродажной подготовки (ОСТ 37.001.082-92 подготовка предпродажная легковых автомобилей и грузовых автомобилей, автобусов) и другие. 	
2.	Понятие о промышленной теплоэнергетике		
2.1	Энергетический потенциал и использование топлива в России.	<p>Для того чтобы вернуть утраченные позиции и поднять уровень экономики до мировых стандартов, необходимо оптимизировать ее структуру, произвести модернизацию основных акторов народного хозяйства на основе современных технологий и значительного повышения объема инвестиций прежде всего в обрабатывающие отрасли промышленности.</p> <p>Названные меры напрямую связаны с увеличением финансовых средств, источником получения которых в современной России стал топливно-энергетический комплекс.</p> <p>Нефтегазовый сырьевой сектор обеспечивает 50 60 % поступлений в доходную часть бюджета. Даже в условиях кризиса эти цифры снизились на незначительный уровень.</p> <p>Россия как энергетическая держава обладает не только большими разведанными и потенциальными запасами энергоресурсов (нефти, природного газа, угля, урана), но и является их крупнейшим производителем, что дает ей возможность играть существенную роль в мировой экономике и политике.</p> <p>На долю России приходится седьмая часть суммарного производства первичных энергоресурсов в мире. Она обладает 12 % мировых запасов нефти и 15 % ее добычи. В недрах России сосредоточено 35 % мировых запасов газа, его добыча составляет 31 % от мирового производства. Кроме того, на долю России приходится 16 % урана, 50 % алмазов, 25 % никеля, 17 % олова. На территории Российской Федерации разведаны залежи практически всех полезных ископаемых.</p> <p>Нефтегазовый комплекс (НГК) страны, как один из важнейших секторов</p>	

		<p>ее экономики, обеспечивает 3 % налоговых поступлений в бюджетную систему России и более 50 % российского экспорта.</p> <p>Исходя из анализа мировой экономической конъюнктуры, можно сделать прогноз на ближайшую и среднесрочную перспективу и отметить, что спрос на энергоресурсы, равно и цены на них, не понизятся. Основной рост потребления энергоресурсов, прежде всего нефти, придется на страны с высокими темпами экономического развития Китай, Индию, Японию, а также страны Европы и Америки.</p> <p>Что касается цен на энергоресурсы, то они в целом соответствуют интересам России. Согласно аналитикам Международного валютного фонда (МВФ), в 2011 году стоимость нефти должна составить 70 долл. за баррель, а в 2014 году может находиться в пределах 82 долл. Глава "Газпрома" А. Миллер называет даже более высокие цены в ближайшем будущем: до 100 долл. за баррель нефти и до 400 долл. за 1 тыс. кубометров газа. Правда, с таким прогнозом согласны не все аналитики.</p> <p>Объем разведанных запасов природных ресурсов позволяет экспертам-аналитикам сделать прогноз, что Россия в течение ближайших 20-30 лет будет сохранять свои позиции в мире в сфере торговли нефтью, а в мировой торговле газом останется лидером еще дольше, поскольку альтернативы природному газу до 2030 года скорее всего не появится.</p> <p>Геополитические и экономические изменения в мире, в том числе в сопредельных государствах ближнего и дальнего зарубежья, выдвигают проблему обеспечения российских интересов в энергетической сфере в число приоритетных в комплексе мер по обеспечению национальной безопасности. При этом важнейшим средством реализации долгосрочной энергетической стратегии России представляется целенаправленная внешнеэкономическая деятельность, способная обеспечить укрепление позиций России и ее топливно-энергетического комплекса в мире и его регионах, развитие интеграционного взаимодействия на энергетическом пространстве стран СНГ.</p> <p>Однако вполне очевидно, что в обозримой перспективе страны ЕС остаются основными потребителями российских энергоресурсов. Вместе с тем для экономической и энергетической безопасности России чрезвычайно важно расширять географию экспорта нефти и газа за счет приобретения новых партнеров Северо-Восточной Азии и Азиатско-Тихоокеанского региона.</p> <p>В среднем Россия экспортирует по 240 млн.т нефти в год, причем ее потенциальные возможности позволяют еще более увеличить этот объем. Согласно "Энергетической стратегии России на период до 2020 г." (утверждена Правительством РФ 28 августа 2003 г.), запасы нефти в России оцениваются в 44 млрд.тонн, газа 127 трлн.куб.м. Причем предполагается увеличение добычи нефти с 421 млн.т в 2003 г. до 450-520 млн. т в 2020 г.; добычу газа с 620 млрд.куб.м в 2003 г. до 730 млрд.куб.м в 2020 г.</p> <p>Энергоресурсы и коридоры их транспортировки Россия рассматривает как стратегическое средство сохранения за собой статуса великой державы. Причем, экономические проблемы все чаще переходят в разряд политических. Если раньше политические шаги служили средством решения проблем энергообеспечения, то теперь производство энергоресурсов и возможность их транспортировки к потребителям используются в качестве средства политического влияния. В значительной мере это относится к нефтегазовому сектору. Причем никакая другая отрасль российской экономики не связана так тесно с внешнеэкономической деятельностью, как ТЭК.</p>	
2.2	Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	<p>Для сравнения показателей топливопотребляющего оборудования и устройств, проведения экономических расчетов и планирования введено понятие так называемого условного топлива.</p> <p>Условное топливо представляет собой единицу учета органического топлива, применяемую для сопоставления эффективности различных видов топлива и суммарного учета. Использование условного топлива особенно удобно для сопоставления экономичности различных теплоэнергетических установок.</p> <p>В качестве единицы условного топлива применяется 1 кг топлива с теплотой сгорания 7000 ккал/кг (29,3 МДж/кг), что соответствует хорошему малозольному сухому углю.</p> <p>Для сравнения укажем, что бурые угли имеют теплоту сгорания менее</p>	

		<p>24 МДж/кг, а антрациты и каменные угли - 23-27 МДж/кг. Соотношение между условным топливом и натуральным выражается формулой</p> $P_{УТ} = P_{Н} * Q / 7000$ <p>где P_{УТ} - масса эквивалентного количества условного топлива, кг; P_Н - масса натурального топлива, кг (твердое и жидкое топливо) или м³ - газообразного; Q - теплота сгорания данного натурального топлива, ккал/кг или ккал/м³.</p> <p>Отношение Q/7000 называется калорийным коэффициентом, и его принимают для:</p> <ul style="list-style-type: none"> -нефти - 1,43; - природного газа -1,15; - торфа - 0,34-0,41 (в зависимости от влажности); -торфобрикетов - 0,45 -0,6 (в зависимости от влажности); -дизтоплива- 1,45; -мазута- 1,37. <p>Теплотворная способность различных видов топлива, ккал/кг, составляет примерно:</p> <table data-bbox="526 705 1029 913"> <tr> <td>нефть</td> <td>-10 000 (ккал/ м³);;</td> </tr> <tr> <td>природный газ</td> <td>- 8 000 (ккал/ м³);</td> </tr> <tr> <td>каменный уголь</td> <td>- 7 000 (ккал/ м³);;</td> </tr> <tr> <td>дрова влажностью 10 %</td> <td>- 3 900 (ккал/ м³);;</td> </tr> <tr> <td>40% -</td> <td>2 400 (ккал/ м³);;</td> </tr> <tr> <td>торф влажности 10%</td> <td>- 4 100 (ккал/ м³);;</td> </tr> <tr> <td>40% -</td> <td>2 500 (ккал/ м³);.</td> </tr> </table>	нефть	-10 000 (ккал/ м ³);;	природный газ	- 8 000 (ккал/ м ³);	каменный уголь	- 7 000 (ккал/ м ³);;	дрова влажностью 10 %	- 3 900 (ккал/ м ³);;	40% -	2 400 (ккал/ м ³);;	торф влажности 10%	- 4 100 (ккал/ м ³);;	40% -	2 500 (ккал/ м ³);.	
нефть	-10 000 (ккал/ м ³);;																
природный газ	- 8 000 (ккал/ м ³);																
каменный уголь	- 7 000 (ккал/ м ³);;																
дрова влажностью 10 %	- 3 900 (ккал/ м ³);;																
40% -	2 400 (ккал/ м ³);;																
торф влажности 10%	- 4 100 (ккал/ м ³);;																
40% -	2 500 (ккал/ м ³);.																
2.3	Проблемные вопросы теплоэнергетики.	<p>В настоящее время топливно-энергетический комплекс России переживает очень сложное состояние, связанное с мировым кризисом, низкими инвестициями в энергетику, старением энергетического оборудования и общим падением промышленного производства.</p> <p>Тепловые электростанции (ТЭС), призванные решать проблемы тепла и электроснабжения, были построены в середине прошлого века и давно выработали свой ресурс.</p> <p>Статистика: 76% всех ТЭС имеют возраст более 30 лет, 90% всех действующих турбин имеют возраст более 15 – 20 лет.</p> <p>Высокая доля изношенного оборудования ведет к снижению показателей эффективности отечественной энергетики, которые уступают зарубежным мировым аналогам. Энергоемкость отечественного производства в 2-3 раза превышает удельную энергоемкость экономик развитых стран, при этом удельный расход топлива на выработку 1 квт*ч в нашей стране не оправданно велик, и требует снижения до приемлемых величин – с 360 до 280 грамм условного топлива. Перечисленные недостатки приводят к энергодефициту, который является естественным ограничителем экономического роста страны.</p> <p>«Если не будет достаточно энергии, экономический рост никогда не обеспечить», - отметил авторитетный учёный в области энергетики академик Владимир Фортов, - «для нормального развития экономики возможности электроэнергетики должны превышать потребности на 10-15%, этот «жирок» необходим для того, чтобы вся энергосистема была стабильной, как это было в Советском Союзе».</p> <p>По общепринятому мнению, наращивание энергетических мощностей должно быть пропорционально экономическому росту. При общем объеме энергетических мощностей страны более 200 Гигаватт и ожидаемом росте ВВП в ближайшие 2-3 года в 3-4%, для обеспечения потребностей экономики страны в энергии необходимо вводить 6-8 Гигаватт генерирующих мощностей ежегодно. При более же благоприятных условиях роста ВВП в период после кризиса - еще больше. В соответствии с «Энергетической стратегией развития России на период до 2020 года» планировалось в ближайшие четыре года ввести 27-28 Гигаватт генерирующих мощностей, по 7 Гигаватт в год. Реально дело обстоит иначе, за 2009 год было всего введено 1,7 Гигаватт мощностей, что в 5 раз (!) меньше необходимого!</p> <p>Что касается структуры произведенной электрической энергии на сегодняшний день в РФ , то на тепловых станциях вырабатывается 60% всей электроэнергии и 32% всей тепловой энергии, причем выработка электро-</p>															

		<p>энергии в комбинированном режиме (вместе с теплом) составляет всего лишь треть, остальная электроэнергия на ТЭС вырабатывается в конденсационном режиме, т.е. с кпд всего лишь 25-37%.</p> <p>В сегодняшней теплоэнергетике положение усугубляется еще и тем, что сокращение объемов промышленного производства в промышленных регионах не сопровождалось адекватным снижением объемов потребления электрической энергии. При наличии большого резерва электрической мощности на ТЭС, но из-за снижения потребности у потребителя в производимом рабочем паре, противоаварийные турбоагрегаты простаивали, а турбины типа ПТ (с промышленным отбором тепла) были не загружены. В период развала СССР была утрачена единая плановая система эксплуатации и обслуживания централизованных систем энерго и тепло снабжения. Не было средств для своевременного ремонта и замены генерирующих мощностей, по этим причинам ориентация на централизованное теплоэлектроснабжение от крупных источников становится проблематичной. Традиционные централизованные теплофикационные системы не обеспечивают расчетной экономии топлива и общей эффективности по двум причинам:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) кпд котельных практически доведен до кпд энергетических котлов, б) имеются огромные потери (до 30%) при транспортировке тепла к потребителю. 82% магистральных тепловых сетей требуют кап.ремонта или замены, где на каждые 100 км ежегодно регистрируется до 70 повреждений, с ежегодной, до 250 млн.тн. утечкой теплофикационной воды. <p>В этих условиях наметилась тенденция на строительство децентрализованных комбинированных источников электроснабжения и теплоснабжения, с более короткими сроками ввода в эксплуатацию и меньшими капитальными затратами в сравнении с традиционными электростанциями. Для решения проблем теплоэнергетики и ресурсного роста экономики необходимо повсеместно, массово вводить новые генерирующие мощности, используя при этом только эффективные технологии на основе инноваций. Требуется заменять паросиловую генерацию на парогазовую, внедрять газотурбинные и газопоршневые установки (в зависимости от стоящих задач, условий и требуемых мощностей), необходимо применять высоко эффективные установки с когенерацией и тригенерацией на базе газотурбинных электростанций, имеющих большую температуру тепла выхлопа, которая используется в ТЭС с использованием когенерации и тригенерации, что в свою очередь позволяет достичь высокого КПД сжигаемого топлива до – 86% и более.</p>	
3.	Теплоэнергетические установки		
3.1	Термодинамические основы работы теплоэнергетических установок.	<p>Термодинамические основы работы теплоэнергетических установок.</p> <p>Развитие теплоэнергетики, как общей системы использования природных ресурсов началось в начале текущего столетия. Долгое время основным источником тепловой энергии во всём мире были дрова, мускульная энергия людей и скота. Коренное изменение структуры теплопотребления произошло в 20 веке.</p> <p>Применение двигателей внутреннего сгорания в промышленной теплоэнергетике, в морском и автомобильном транспорте, в сельском хозяйстве, а затем и в авиации вызвали развитие добычи и переработки нефти. Для бытовых и промышленных целей стало использоваться газовое топливо, как более дешевое, удобное в эксплуатации и удешевляющее котельное оборудование. С середины текущего столетия прирост теплоэнергопотребления происходит преимущественно за счёт этих двух видов ресурсов (1990 год: Нефть-0,03 млрд.т.ут.; Уголь- 0,73 млрд.т.ут.; 1975 год: Нефть-4,04, Природный газ-1,69, Уголь-2,63 млрд.т.ут.).</p> <p>В современных теплоэнергетических установках для увеличения их мощности и экономичности используются высокие значения температуры газа. С повышением температуры газа снижается надежность работы и ресурс ряда элементов конструкции установок, например таких, как камера сгорания, турбина, выхлопные патрубки, сопла, теплообменные аппараты. В то же время непрерывно возрастают требования к увеличению надежности работы и ресурса теплоэнергоустановок.</p> <p>Теплоэнергетическое хозяйство современного промышленного предприятия представляет собой весьма разнообразный и сложный комплекс. Со-</p>	Компьютерная презентация (1 час)

		<p>став этого комплекса определяется технологическим назначением предприятия, а также его мощностью, местом расположения, транспортными связями и другими факторами.</p> <p>Основными компонентами систем является:</p> <ul style="list-style-type: none"> - источники теплоты (промышленные и отопительные котельные, энергетические котлы); - теплообменное оборудование (теплообменники и теплообменные аппараты); - тепломеханическое оборудование (насосы, вентиляторы, дымососы); - тепловые сети (паропровода, трубопроводы горячей и обратной воды); - системы потребления теплоты; - вспомогательное оборудование. <p>Функциональное назначение основных составляющих теплоэнергетических систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - источники теплоты предназначены для выработки теплоты и передачи её с теплоносителями (вода, пар) либо напрямую к потребителям; - теплообменное оборудование предназначено для передачи тепла от одного теплоносителя к другому, массообменное – для реализации процессов массообмена между средами; - назначение тепломеханического оборудования является в основном прокачка теплосистем через оборудование и системы трубопроводов; - тепловые сети соединяют источники теплоты с потребителем; - системы потребления теплоты включают в себя раздающие трубопроводы с арматурой и технологическим оборудованием потребляющим теплоту. <p>В середине прошлого столетия был создан водотрубный котел, в котором наиболее развитыми стали внешние поверхности нагрева. Водотрубные котлы являются основным типом котлов современных теплоэнергетических установок. Водотрубные паровые котлы по конструкции значительно сложнее газотрубных. Однако они быстро разогреваются, практически безопасны в отношении взрыва, легко регулируются в соответствии с изменениями нагрузки, просты в транспортировке, легко перестраиваемы в проектных решениях и допускают значительную перегрузку. Недостатком водотрубного котла является то, что в его конструкции много агрегатов и узлов, соединения которых не должны допускать протечек при высоких давлениях и температурах.</p> <p>Водотрубный котел состоит из пучков труб, присоединенных своими концами к барабану (или барабанам) умеренного диаметра, причем вся система монтируется над топочной камерой и заключается в наружный кожух. Направляющие перегородки заставляют топочные газы несколько раз проходить через трубные пучки, благодаря чему обеспечивается более полная теплоотдача. Барабаны (разной конструкции) служат резервуарами воды и пара; их диаметр выбирается минимальным во избежание трудностей, характерных для газотрубных котлов (см. выше). Водотрубные котлы бывают следующих типов: горизонтальные с продольным или поперечным барабаном, вертикальные с одним или несколькими паровыми барабанами, радиационные, вертикальные с вертикальным или поперечным барабаном и комбинации перечисленных вариантов, в некоторых случаях с принудительной циркуляцией.</p> <p>В топках водотрубных котлов часто предусматривают радиационные экраны, которые позволяют повысить тепловыделение в топке при меньшей тепловой нагрузке на ее стенки. Экраны выполняют в виде частых труб, по которым проходит котловая вода; образующийся в них пар отводится в паровой барабан. Такими экранами обычно защищают (полностью или частично) стены котельной установки. Трубы могут быть гладкими, с проставкой, плавниковыми, ошипованными, с огнеупорной обмазкой.</p>	
3.2	Циклы теплосиловых установок. Котельные установки.	<p>В современной стационарной теплоэнергетике в основном используются паровые теплосиловые установки. На долю паротурбинных электростанций приходится более 80% вырабатываемой электроэнергии. В паровых теплосиловых установках в качестве рабочего тела, как правило, используется водяной пар, что объясняется доступностью и дешевизной воды.</p> <p>На рисунке 1 приведена схема паросиловой установки. Из парового котла ПК перегретый пар с параметрами p_1, T_1, h_1 поступает в паровую турби-</p>	Компьютерная презентация (2 часа)

ну T . При расширении в сопловом аппарате пар приобретает значительную кинетическую энергию, которая в роторе турбины превращается в техническую работу. Механическая энергия турбины превращается в электрогенераторе ЭГ в электрическую энергию. После турбины пар с давлением p_2 и энтальпией h_2 поступает в конденсатор K , представляющий собой теплообменник, в трубах которого циркулирует вода, охлаждающая пар.

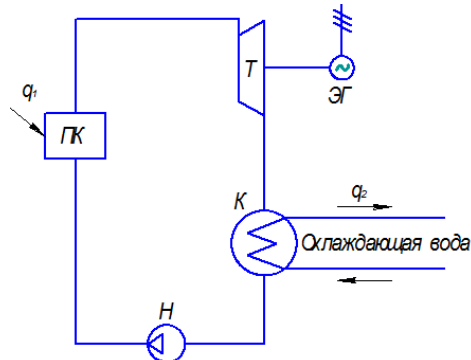


Рис. 1 – Принципиальная схема паровой теплосиловой установки

В конденсатор отводится теплота в количестве q_2 , в результате чего пар конденсируется. Конденсат подается насосом H в котел, и цикл повторяется вновь. Таким образом, характерная особенность паросиловых установок – фазовое превращение рабочего тела в цикле.

Рассмотрим описанный замкнутый процесс в p - T - и h - s – координатах (рисунок 2).

Точка 4 соответствует состоянию рабочего тела перед паровым котлом. В котле происходят нагрев жидкости (4–5), парообразование (5–6) и перегрев пара (6–1). Теплота q_1 , подведенная к 1 кг рабочего тела в изобарном процессе, равна разности энтальпий в конечной и начальной точках процесса $q_1 = h_1 - h_4$.

В паровой турбине осуществляется адиабатный процесс расширения (1–2). В результате перегретый пар превращается в сухой насыщенный, а затем во влажный с параметрами точки 2. Конденсация пара происходит при постоянном давлении (процесс 2–3). Изобары в области влажного пара являются одновременно и изотермами, т.е. на участке 2–3 давление p_2 и температура T_2 остаются неизменными. При этом от рабочего тела отводится в окружающую среду количество теплоты $q_2 = h_2 - h_3$. Процесс 3–4 подачи конденсата в котел насосом изображается изохорой, так как вода практически несжимаема. Точки 3 и 4 на T - s и h - s – диаграммах не совпадают, но это отклонение столь мало, что им пренебрегают. Образованный таким образом термодинамический цикл называется циклом Ренкина (по имени шотландского физика, предложившего его в середине прошлого столетия).

Термический КПД цикла Ренкина:

$$\eta_t = \frac{(h_1 - h_4) - (h_2 - h_3)}{h_1 - h_4}$$

Как уже говорилось, можно принять, что $h_2 = \hat{h}_2$, т.е.

$$\eta_t = \frac{\hat{h}_1 - \hat{h}_2}{\hat{h}_1 - \hat{h}_4} = \frac{\hat{h}_1 - \hat{h}_2}{\hat{h}_1 - \hat{h}_3}$$

где h_K – энтальпия конденсата в точке 3.

Из приведенной формулы следует, что термический КПД цикла Ренкина определяется значениями энтальпий пара до турбины h_1 и после нее h_2 и энтальпии воды h_K при температуре конденсации пара t_2 . Поэтому при определении значения η_t цикла паросиловой установки удобно пользоваться h - s – диаграммой.

		<p>а) в p-v координатах; б) в T-s координатах; в) в h-s координатах Рис. 2 – Цикл Ренкина</p>	
3.3	Потенциал энергосбережения в России.	<p>В Указе Президента РФ от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» поставлен вопрос о повышении энергоэффективности, и сформулирована целевая задача снизить энергоемкость валового внутреннего продукта (ВВП) на 40 % по сравнению с 2007 годом. В связи с этим возникает ряд вопросов: насколько эта задача выполнима? можно ли поставить более жесткую задачу? и что, с точки зрения повышения энергоэффективности, происходит в стране и может измениться в ближайшие годы? Отвечая на последний вопрос, следует определить нынешнее положение в стране, и какие перемены произошли в России за последние годы.</p> <p>При рассмотрении периода с 2000 по 2007 годы видно, что энергоемкость ВВП в стране действительно достаточно быстро снижалась. Результат зависит от методики расчета, но темпы снижения составляют примерно 4 % в год. Несмотря на такое быстрое снижение, все же в 2006 году Россия оставалась одной из самых неэнергоэффективных стран в мире (рис. 1). Она находится между Казахстаном и Украиной, а другие страны, причем не только более развитые, по уровню энергоемкости ВВП находятся на гораздо более благоприятной позиции. К сожалению, Россия занимает 12-е место в мире по энергорасточительности, даже несмотря на то, что в последние годы энергоемкость быстро уменьшалась.</p> <p>Рисунок 1 - Данные Международного энергетического агентства (МЭА), в долл. США 2000 года по ППС**</p>	Компьютерная презентация (1 час)

*ОЭСР – Организация экономического сотрудничества и развития.
 **Паритет покупательной способности (ППС) представляет собой количество единиц валюты, необходимое для покупки сопоставимого стандартного набора товаров и услуг, который можно купить за одну денежную единицу базисной страны (или одну единицу общей валюты группы стран)

Что касается того, в каких секторах в стране происходил прирост энергопотребления за 2002–2007 годы, то в последние годы активно увеличивалось потребление энергии в двух секторах – в промышленности и на транспорте (рис. 2).

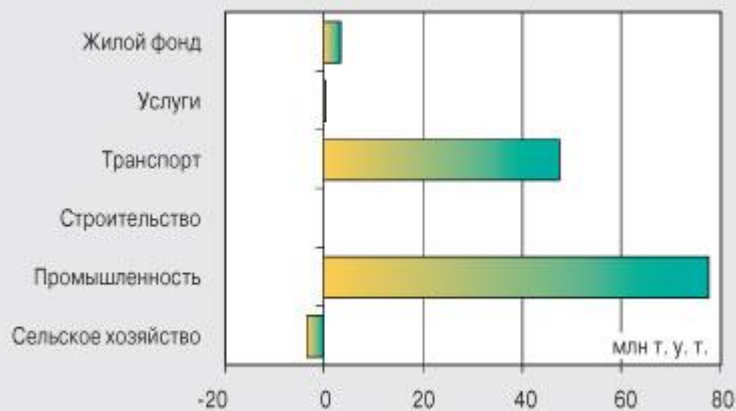


Рисунок 2 - Прирост энергопотребления в 2002–2007 годах в России

Возникает вопрос: можно ли вообще снизить энергоёмкость страны? Во многих публикациях утверждается, что Россия – не Америка, потому что у нас холоднее. А раз у нас холодно и большая территория, то высокая энергоёмкость – это естественный результат. Отсюда делается вывод, что Россия обречена на низкий уровень развития, и поставленная задача снижения энергоёмкости на 40 % становится невыполнимой.

На рис. 3 приведено сопоставление энергоёмкости пар стран, которые находятся в очень близких климатических и культурных условиях, с примерно одинаковой плотностью населения, территорией и т. д. Можно видеть, что страны, которые шли по пути административного управления, централизованного планирования, всегда, как правило, в два раза менее энергоэффективны, чем страны с аналогичным климатом, но с рыночной экономикой. И причиной того, что энергоёмкость в России значительно выше, оказалась не «цена холода», а «цена неволи».

Если бы было можно сохранить среднегодовые темпы снижения энергоёмкости ВВП на 4 %, то к 2020 году страна получила бы снижение на требуемые 40 %. Но вопрос: возможно ли это сделать? И само «если» имеет ли право на существование? Анализируя, за счет чего снижалась энергоёмкость ВВП в нашей стране, поймем, что в основном оно происходило за счет структурных сдвигов в экономике, за счет того, что ВВП рос гораздо быстрее, чем промышленное производство и объем жилищного фонда. Благодаря этим структурным сдвигам и происходило снижение энергоёмкости.

Сегодня, когда темпы экономики начинают замедляться, и темпы роста ВВП промышленности и жилого фонда становятся более близкими, вклад фактора структурных сдвигов существенно снижается. Если говорить о технологическом снижении энергоёмкости, то за счет модернизации и замены оборудования в разных отраслях производства, которые были проанализированы ЦЭНЭФ, снижение получается очень умеренным, примерно на 1 % в год. Итак, за счет технологического процесса снижение энергоёмкости равно только 1 % в год, за счет структурных сдвигов – на 3 %, и в результате получаем нужные 4 %. Но в перспективе эти структурные сдвиги существенно замедлятся, и задача снижения энергоёмкости на 4 % в год становится очень трудно выполнимой.

Если не выполнить задачу снижения энергоёмкости на 40 %, то возникает масса проблем:

1. уменьшение энергетической безопасности и торможение экономического роста по причине либо технической, либо экономической недоступ-

		<p>ности энергоресурсов;</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. снижение экспорта (импорта) энергоносителей и энергетический голод; 3. неспособность выполнить геополитическую роль: Россия – надежный поставщик энергетических ресурсов, а значит, и гарант энергетической стабильности в мире; 4. падение конкурентоспособности промышленности; 5. ускорение инфляции за счет роста цен на газ, электроэнергию и тепло; 6. рост нагрузки на семейные бюджеты и заступ за пороги платежеспособности; 7. увеличение нагрузки на городские, региональные и федеральный бюджеты; 8. высокий уровень загрязнения окружающей среды и эмиссии парниковых газов. <p>Для определения потенциала снижения потребления энергии, которым располагает Россия, был проведен анализ различных секторов экономики, на основании которого выявлены необходимые действия для его реализации. Все рассматриваемые объекты или установки были условно поделены на три группы. Каждой группе присвоен свой цвет по принципу светофора. Зеленый цвет обозначает самые энергоэффективные из действующих в настоящее время установки и объекты, соответствующие лучшим мировым образцам с наименьшей величиной удельного потребления энергии или близкими к нему показателями, желтый – объекты, которые соответствуют средним мировым образцам, красный – количество установок, нуждающихся в срочной замене или модернизации. На рис. 4 можно видеть пример распределения объектов по уровню энергоэффективности. Эти кривые низкой энергоэффективности и есть тот ресурс энергосбережения, обозначенный желтым и красным цветом над зелеными зонами, который можно использовать для обеспечения экономического роста. В разных секторах – и в промышленности, и в тепловых сетях, и в котельных, и в зданиях – располагается просто фантастический потенциал энергосбережения. При выполнении данной работы ЦЭНЭФ проанализировал все электростанции, выборочно около 300 систем теплоснабжения, для которых создавались специальные программы, проводились обследования, т. е. использовались совершенно реальные данные, а не академические расчеты.</p> <p>Оборудование по уровню энергоэффективности при выполнении анализа классифицировалось следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> – «теоретический минимум» – величина удельного потребления энергии на производство необходимой работы или материальных преобразований, обусловленная законами термодинамики. Теоретический минимум достижим пока только в теории, а на практике еще нет. Есть теория, и согласно законам термодинамики, законам преобразования материалов можно иметь некоторый минимальный уровень расхода энергии на производство конкретной работы, товара или услуги; – «практический минимум» – наименьшая практически достижимая в мире величина удельного потребления энергии с применением эффективных технологий – то, что сегодня достигнуто лучшими мировыми образцами в разных странах; – «фактическое потребление за рубежом» – средняя или наиболее часто встречающаяся величина удельного потребления энергии в других странах; – «лучший российский показатель» – наименьшая практически достижимая величина удельного потребления энергии в России; – «средний российский показатель» – средняя величина удельного потребления энергии на основе статистических данных (использовалась для оценки потенциала повышения энергетической эффективности); – «худший российский показатель» – самая неэффективная установка в России на основе данных статистической отчетности. <p>Согласно выбранной классификации, в России идет ориентация на «практический минимум».</p> <p>ЦЭНЭФ рассмотрел 38 секторов потребления энергии, включая произ-</p>	
--	--	---	--

водство многих промышленных продуктов. И если посмотреть на суммарную кумулятивную оценку потенциала энергосбережения (рис. 5), то золотистая зона – это потенциал энергосбережения, которым страна располагает. Поскольку работа выполнялась совместно со Всемирным банком, за единицу измерения была принята тонна нефтяного эквивалента (тнэ), а не привычная нам тонна условного топлива.

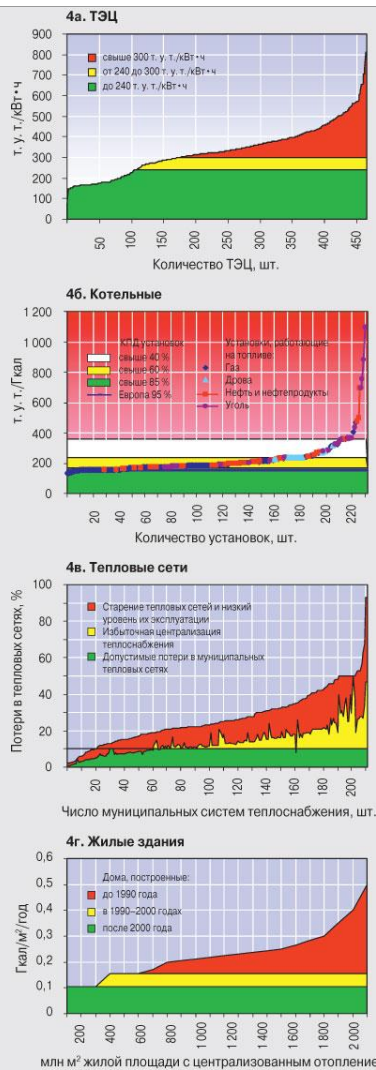


Рисунок 4 - Распределения объектов по уровню энергоэффективности (Источник: Центр по эффективному использованию энергии)

Если говорить о техническом потенциале повышения энергоэффективности в привычных нам единицах, то он составляет 420 млн т. у. т., а это 45 % от сегодняшнего уровня потребления. Это равно 2 % мирового потребления энергетических ресурсов (больше годового потребления Украиной на обеспечение своих энергетических нужд) и соответствует почти годовому приросту потребления. То есть если бы был реализован этот потенциал энергосбережения, вся мировая экономика могла бы затормозить рост энергопотребления примерно на 1 год. Экономия природного газа составляет 240 млрд м³ (55 %), что больше, чем экспортирует Россия (по предварительным итогам 2008 года экспорт природного газа составил 180–190 млрд м³). Экономия электроэнергии – 340 млрд кВт·ч, при том что Россия потребляет сегодня больше триллиона. Экономия тепловой энергии – 844 млн Гкал (53 %). Снижение выбросов CO₂ – 793 млн т (50 %).



Рисунок 5 - Суммарная кумулятивная оценка потенциала энергосбережения

Приростные капиталовложения, т. е. дополнительные, которые страна должна была бы вложить в повышение энергоэффективности, составляют 324–357 млрд долл. США. По сравнению с триллионом долларов, которые необходимо вложить в обеспечение наращивания производства различного рода энергетических ресурсов, увеличение добычи нефти, газа, производство электроэнергии на тепловых, атомных, гидроэлектростанциях и возобновляемых источниках и т. п., это не так много.

Как распределен данный потенциал? Существует мнение, что он находится в топливно-энергетическом комплексе и в промышленности. Однако исследование показало, что главный потенциал находится в зданиях, включая жилые, общественные, коммерческие и другие строения, кроме промышленных (рис. 6). За ними уже следуют промышленность, электротранспорт, электростанции, производство топлива, здания сферы услуг, котельные и т. п.

При этом оказывается, что часть потенциала можно реализовать с отрицательными затратами, а это значит, что выгоды, которые получаются при его реализации, превышают затраты при его реализации. Таким образом, оказывается, что многие мероприятия можно реализовать без дополнительных затрат, получая чистые выгоды.

Перечислим основные барьеры повышения энергоэффективности:

1. Недостаток мотивации. Мягкие бюджетные ограничения и изъятие получаемой экономии в бюджетном и тарифном процессах. Например, если в школе или в больнице был сэкономлен какой-то объем энергоресурсов, то бюджет эту экономию изымет. Аналогично в тарифном процессе: если экономия получена в системе теплоснабжения, то тарифообразователь экономии, как правило, изымает, несмотря на то что некоторые нормативные положения запрещают это делать.

2. Недостаток информации. Информационное и мотивационное обеспечение подготовки и реализации решений часто игнорируется. В стране большой выбор энергоэффективных лампочек, но кто знает о даваемой ими экономии? Даже плакаты, которые сегодня размещены на московских улицах, призывают экономить электроэнергию, но не объясняют, кому это нужно.

3. Недостаток финансовых ресурсов и «длинных» денег. Требования к окупаемости проектов по повышению энергоэффективности и снижению издержек существенно более жесткие, чем требования к проектам с новым строительством. Действительно, во многих случаях нужно вкладывать средства. И те, полученные при анализе, 320–350 млрд долл. США нужно найти и вложить. Но обычно в стране проблемы дефицита решаются за счет наращивания производства, а не за счет повышения энергоэффективности. Конечно, мы медленно движемся в сторону энергосбережения – пока это не вошло в нашу культуру и не стало правилом.

4. Недостаток организации и координации. Имеет место на всех уровнях принятия решений. Например, на федеральном уровне практически нет федеральной политики повышения энергоэффективности. Такая политика

		<p>есть на уровне Москвы, в Татарстане, на Магнитогорском металлургическом комбинате, на «Северстали», которые заняли 600 млн евро у Европейского банка реконструкции и развития на реализацию планов повышения энергоэффективности. Но на уровне страны в целом, имеющей такой огромный потенциал энергосбережения и массу проблем в экономике, особенно в сегодняшней кризисной ситуации, такой политики нет. В стране принят Федеральный закон «Об энергосбережении» № 28-ФЗ от 3 апреля 1996 года, от которого мало пользы, и практически нет федеральной программы, нет финансирования из федерального бюджета энергосберегающих мероприятий. А в других странах, например в Корее, Японии, США, Голландии, с очень и не очень рыночной экономикой сегодня выделяются фантастические по нашим меркам деньги на реализацию энергоэффективных программ.</p> <p>Когда мы говорим об энергоэффективности, у нас нет материального ощущения ресурса энергоэффективности. При постройке атомной электростанции можно видеть: вот она – АЭС, при освоении какого-нибудь нефтяного месторождения – вышки, качающие нефть. А вот ресурс эффективности очень сильно распределен. Никто не собирает, не систематизирует этот опыт, и ресурс практически остается невидимым. Чтобы он стал видимым, нужно представить товар лицом, но, к сожалению, у нас в стране этим пока никто не занимается, поэтому к данному ресурсу многие относятся с большим недоверием: что такое «энергоэффективность», как ее пощупать, посмотреть, увидеть? Называются огромные цифры экономии, но мы даже не понимаем, не ощущаем, из чего эти цифры могут складываться.</p> <p>Мало кто задумывается, но у нас в стране очень большие проблемы менталитета:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Во-первых, мы в основном ориентируемся на ценности выживания, наша задача – выжить, а не самовыразиться. Поэтому мы все время живем вчерашним днем, а не сегодняшним и тем более не завтрашним. – У нас довольно много индивидуализма. Этнографами были проведены специальные исследования и оказалось, что жители нашей страны – самые большие индивидуалисты. Поэтому нам трудно формировать устойчивые коалиции для обеспечения интересов отрасли повышения энергоэффективности, где очень ограничена централизация. – Высока дистанция от власти. Эксперты и власть друг друга плохо слышат и понимают. Централизованное планирование и огромное влияние монопольных структур – не самая лучшая среда для устойчивого повышения энергоэффективности. – Избегание неопределенности. Мы живем и работаем в условиях неопределенности, действуем по стереотипам, в которых не укоренился рациональный стиль поведения. Эффект от мер по повышению энергоэффективности воспринимается как менее гарантированный. Например, многие полагали, что цены на нефть и газ будут всегда высокими, и, исходя из этого, строили свои инвестиционные планы. А сегодня оказалось, что цены снижаются, и инвестиционные программы и планы многих предприятий стали сворачиваться. То есть неопределенность в ТЭК выше, чем в повышении энергоэффективности. – Низкая долгосрочная ориентация, а все вопросы надо обязательно проигрывать на перспективу. Наша неспособность решать стратегические задачи и осознать, какие выгоды в решении перспективных экономических задач дает повышение энергоэффективности, заставляет действовать по принципу «Пока гром не грянет...». А оказывается, что самый надежный ресурс, который всегда с нами, – это ресурс повышения энергоэффективности, потому что мы накопили такой потенциал, что он от нас уже никуда не денется. Мы можем его использовать. – Готовность поговорить, но не готовность делать. В 2000 году автором статьи написана книга «Энергоэффективность: от риторики к действию», где он пытался убедить правительство перейти от разговоров к делу. Но пока мы занимаемся разговорами больше, чем делаем. <p>Вот потому, что у нас такие ментальные особенности, мы никак не можем создать коалицию заинтересованных сторон. На рис. 7 показаны разные заинтересованные стороны. Желтым цветом показан их уровень заинтересо-</p>	
--	--	---	--

		<p>ванности в деятельности по повышению энергоэффективности, а красным – уровень незаинтересованности. К сожалению, преобладает красный цвет. Необходимо, чтобы больше формировалось коалиций, которые бы двигали экономику и общество страны в сторону повышения энергоэффективности.</p> <p>Если мы ставим себе задачу снизить энергоёмкость ВВП на 40 %, то для ее решения нужно полностью реализовать весь потенциал энергосбережения, описанный выше. Снижение энергоёмкости ВВП России в 2007–2020 годах до заданного уровня возможно только при следующих условиях:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) при реализации политики, нацеленной на полную ликвидацию разрыва в уровнях энергоэффективности технологий производства основных товаров и услуг в России с лучшими мировыми образцами к 2030 году; 2) при использовании более жесткого, чем в «инновационном» сценарии (снижение энергоёмкости на 4 % в год), графика повышения цен на энергоносители: после 2012 года цены должны расти на 13 % в год вплоть до 2020 года. <p>Более жесткие целевые задания по снижению энергоёмкости ВВП на 2020 год можно считать практически недостижимыми. Для построения в стране энергоэффективного общества необходимо, чтобы энергоёмкость ВВП снизилась к 2010 году на 12–14 %, к 2015 – на 28–30 %, к 2020 году – на 35–45 %, к 2030 году – на 50–63 %. Анализ международного опыта показывает, что наивно полагать, будто выход на уровень «инновационного» сценария можно получить автоматически простой экстраполяцией темпов, сложившихся в 2000–2007 годах.</p> <p>И если рассмотреть те задачи, которые нужно решить за счет снижения энергоёмкости и повышения энергоэффективности, то оказывается, что в стране нужно сэкономить 1 018 млн т. у. т. Из чего складывается данная цифра? В России сегодня добывается 702 млн т. у. т. нефти, 748 млн т. у. т. газа, 190 млн т. у. т. угля и только 60 млн т. у. т. атомной энергии. А эти крупнейшие отрасли – нефтяная, газовая промышленность, атомная энергетика – промышленные монстры. Возьмем атомную энергетiku. Сегодня за счет государственного бюджета строится много атомных электростанций. Есть план развития строительства атомных электростанций до 2015 года, выделены финансовые ресурсы, значительная часть их идет из государственного бюджета. А как решается задача экономии 1 018 млн т. у. т. в сфере повышения энергоэффективности? Какие ресурсы выделены, кто занимается организацией этого процесса, каким образом мы сможем этого достичь? К сожалению, данные вопросы остаются без ответа. Сектор энергоэффективности, который должен решить многократно более существенные по масштабу проблемы, – это разрозненный состав специалистов, которые друг друга убеждают в том, что надо повышать энергоэффективность, но пока мало что могут сделать. А значит, нужно сформировать совершенно новую отрасль экономики, которая будет заниматься повышением энергоэффективности и которая сможет этот потенциал реализовать.</p>	
4.	Промышленные	теплообменные установки	
4.1	Рекуперативные (регенеративные) и смешивающего типа ТОА.	<p>Рекуперативные теплообменники</p> <p>Рекуперативный теплообменник — теплообменник, в котором горячий и холодный теплоносители движутся в разных каналах, в стенке между которыми происходит теплообмен. При неизменных условиях параметры теплоносителей на входе и в любом из сечений каналов, остаются неизменными, независимыми от времени, т.е процесс теплопередачи имеет стационарный характер. Поэтому рекуперативные теплообменники называют также стационарными.</p> <p>В зависимости от направления движения теплоносителей рекуперативные теплообменники могут быть прямоточными при параллельном движении в одном направлении, противоточными при параллельном встречном движении, а также перекрестноточными при взаимно перпендикулярном движении двух взаимодействующих сред.</p> <p>Часто под рекуперативным теплообменником ошибочно понимается рекуперативный противоточный теплообменник. (В нём вместо уравнивания температурных потенциалов происходит их обмен, потери могут составлять до 30 %).</p> <p>Наиболее распространённые в промышленности рекуперативные теплообменники:</p>	

		<p>- Кожухотрубные теплообменники, - Элементные (секционные) теплообменники, - Двухтрубные теплообменники типа "труба в трубе", - Витые теплообменники, - Погружные теплообменники, - Оросительные теплообменники, - Ребристые теплообменники, - Спиральные теплообменники, - Пластинчатые теплообменники, - Пластинчато-ребристые теплообменники, - Графитовые теплообменники.</p> <p>Регенеративные теплообменники Регенеративным называется теплообменник, в котором одна и та же поверхность поочередно омывается то горячим, то холодным теплоносителями. При соприкосновении с горячим теплоносителем стенка аккумулирует тепло, а затем отдает ее холодному теплоносителю. Для удовлетворительной работы теплообменника его рабочие стенки должны обладать значительной теплоемкостью.</p> <p>Режим теплообмена в регенеративных теплообменниках нестационарный. Чтобы процесс теплообмена протекал непрерывно при одинаковой продолжительности периода нагрева и охлаждения, такой теплообменник должен иметь две параллельно работающие секции.</p> <p>Примером регенеративного теплообменника являются роторные теплообменники, которые широко применяются в системах приточно-вытяжной вентиляции.</p> <p>Смесительные теплообменники Смесительный теплообменник (или контактный теплообменник) — теплообменник, предназначенный для осуществления тепло- и массообменных процессов путем прямого смешивания сред (в отличие от поверхностных теплообменников). Наиболее распространены пароводяные струйные аппараты ПСА — теплообменники струйного типа, использующие в своей основе струйный инжектор. Смесительные теплообменники конструктивно устроены проще, нежели поверхностные, более полно используют тепло. Однако, пригодны они лишь в случаях, когда по технологическим условиям производства допустимо смешение рабочих сред.</p> <p>Большое применение контактные теплообменники находят в установках утилизации тепла</p>	
4.2	Выпарные и сушильные установки.	<p>Выпарные аппараты Процесс выпаривания заключается в удалении из раствора большей части растворителя и получении концентрированного раствора. Выпаривание следует вести так, чтобы при заданной производительности получить сгущенный раствор требуемой концентрации без потерь сухого вещества и при возможно меньшем расходе топлива. Процесс выпаривания осуществляют в аппаратах однократного действия (однокорпусный выпарной аппарат) или многократного действия (многокорпусный выпарной аппарат). В последнем случае расход топлива на выпаривание значительно снижается.</p> <p>Если температура поступающего раствора значительно ниже температуры кипения, то целесообразно его предварительно подогреть в отдельном теплообменнике, чтобы выпарной аппарат работал только как испаритель, а не выполнял частично роль подогревателя, так как в последнем случае коэффициент теплопередачи аппарата несколько снижается. Чем выше концентрация начального раствора, тем меньше расход тепла на его упаривание.</p> <p>В литературе описано большое количество конструкций аппаратов, применяемых как ранее, так и сейчас в химической, сахарной и других отраслях промышленности. Строгой и общепринятой классификации выпарных аппаратов нет, однако их можно классифицировать по ряду признаков:</p> <ul style="list-style-type: none"> • по расположению поверхности нагрева — на горизонтальные, вертикальные и реже наклонные; • по роду теплоносителя — с паровым обогревом, газовым обогревом, обогревом высокотемпературными теплоносителями (масло, даутерм, вода под высоким давлением), с электрообогревом (чаще всего применяют паровой обогрев, поэтому в дальнейшем внимание будет уделено аппаратам 	

		<p>с паровым обогревом);</p> <ul style="list-style-type: none"> • по способу подвода теплоносителя — с подачей теплоносителя внутрь трубок (кипение в большом объеме) или в межтрубное пространство (кипение внутри кипятильных труб); • по режиму циркуляции — с естественной и искусственной (принудительной) циркуляцией; • по кратности циркуляции — с однократной и многократной циркуляцией; • по типу поверхности нагрева — с паровой рубашкой, змеевиковые и, наиболее распространенные, с трубчатой поверхностью различной конфигурации. <p>К конструкции выпарных аппаратов должны быть предъявлены следующие требования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - простота, компактность, надежность, технологичность изготовления, монтажа и ремонта; - стандартизация узлов и деталей; - соблюдение требуемого режима (температура, давление, время пребывания раствора в аппарате), получение полупродукта или продукта необходимого качества и требуемой концентрации, устойчивость в работе, по возможности более длительная работа аппарата между чистками при минимальных отложениях осадков на теплообменной поверхности, удобство обслуживания, регулирования и контроля за работой; - высокая интенсивность теплопередачи, малый вес и невысокая стоимость одного квадратного метра поверхности нагрева. <p>В промышленности наиболее часто применяют вертикальные выпарные аппараты. Их достоинства: компактность, естественная циркуляция (благодаря наличию циркуляционной трубы), значительная кратность циркуляции, малая занимаемая площадь, большое паровое пространство, удобство обслуживания и ремонта. Для большей компактности эти аппараты в последнее время изготавливают с удлиненными трубками (3-3,5 м).</p> <p>Сушильные установки</p> <p>Сушка — это процесс удаления влаги из твердого или пастообразного материала путем испарения содержащейся в нем жидкости за счет подведенного к материалу тепла. Целью сушки является улучшение качества материала (снижение его объемной массы, повышение прочности) и, в связи с этим, увеличение возможностей его использования. В химической промышленности, где технологические процессы протекают в основном в жидкой фазе, конечные продукты имеют вид либо паст, либо зерен, крошки, пыли. Это обуславливает выбор соответствующих методов сушки.</p> <p>Наиболее широко распространены в химической технологии конвективный и контактный методы сушки. При конвективной сушке тепло передается от теплоносителя к поверхности высушиваемого материала. В качестве теплоносителей используют воздух, инертные и дымовые газы. При контактной сушке тепло высушиваемому материалу передается через обогреваемую перегородку, соприкасающуюся с материалом. Несколько реже применяют радиационную сушку (инфракрасными лучами) и сушку электрическим током (высокой или промышленной частоты).</p> <p>Методы сушки сублимацией, в жидких средах, со сбросом давления находят применение в других отраслях промышленности.</p> <p>Применяемые в химической промышленности виды сушилок можно классифицировать по технологическим признакам: давлению (атмосферные и вакуумные), периодичности процесса, способу подвода тепла (конвективные, контактные, радиационные, с нагревом токами высокой частоты), роду сушильного агента (воздушные, газовые, сушилки на перегретом паре), направлениям движения материала и сушильного агента (прямоточные и противоточные), способу обслуживания, схеме циркуляции сушильного агента, тепловой схеме и т. д.</p> <p>Выбор типа сушилки зависит от химических свойств материала. Так, при сушке материалов с органическими растворителями используют герметичные аппараты и сушку обычно проводят под вакуумом; при сушке окисляющихся материалов применяют продувку инертными газами; при сушке жидких суспензий используют распыливание материала. Конструкции сушилок весьма разнообразны и выбор их определяется технологическими</p>	
--	--	---	--

особенностями производства.
 Наиболее широкое распространение получили барабанные сушилки. Эти сушилки отличаются высокой производительностью и относятся к конвективным сушилкам. В качестве сушильного агента в них используют воздух и дымовые газы. В этих аппаратах сушке подвергают соли, топливо, пасты; их используют в производствах соды, удобрений, ядохимикатов.

5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

5.1 Энергия излучения солнца, ветра, рек, морских приливов и отливов, морских волн.

Возобновляемые источники энергии, которые в России получили название нетрадиционных - это солнечное излучение, энергия ветра, энергия малых рек и водотоков, приливов, волн, энергия биомассы (дрова, бытовые и сельскохозяйственные отходы, отходы животноводства, птицеводства, лесозаготовок, лесной, деревообрабатывающей и целлюлёзно-бумажной промышленности), геотермальная энергия, а также рассеянная тепловая энергия (тепло воздуха, воды океанов, морей и водоёмов).

Всё это многообразие сводится, как показано на рисунке 1, к трём глобальным видам источников: энергии Солнца, тепла Земли и энергии орбитального движения планет, причём солнечное излучение по мощности превосходит остальные более чем в 1000 раз.

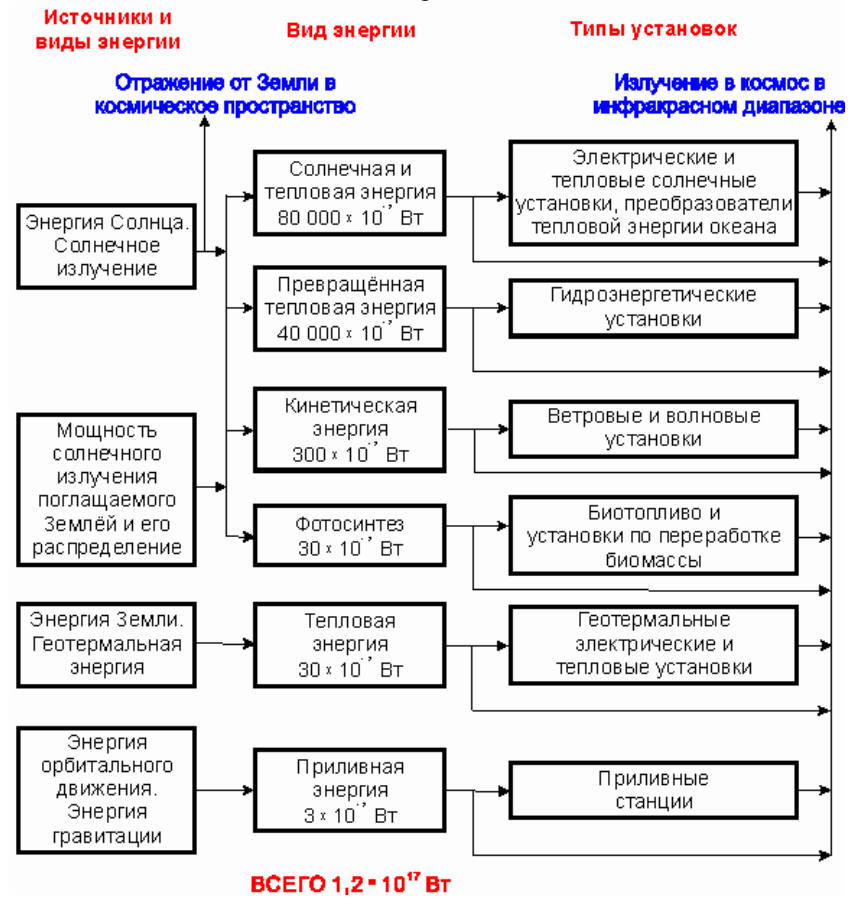



Рисунок 1 - Мощность возобновляемых источников энергии, поступающих на землю и направления их использования.

Невозобновляемыми источниками энергии являются нефть, газ, уголь, сланцы. Извлекаемые запасы органического топлива в мире оцениваются следующим образом (млрд.т.у.т):

- уголь- 4850
- нефть- 1140
- газ- 310
- всего-6310

При уровне мировой добычи девяностых годов (млрд.т.у.т) соответственно 3,1 - 4,5 - 2,6, всего - 10,3 млрд.т.у.т, запасов угля хватит на 1500 лет, нефти - на 250 лет и газа - 120 лет. Не такая уж блестящая перспектива оставить потомков без энергетического обеспечения. Особенно учитывая устойчивую тенденцию удорожания нефти и газа. И чем дальше, тем более

		<p>быстрыми темпами. Между тем теоретический потенциал солнечной энергии, приходящий на Землю в течение года, превышает все извлекаемые запасы органического топлива в 10-20 раз. А экономический потенциал возобновляемых источников энергии в настоящее время оценивается в 20 млрд.т.у.т в год, что в два раза превышает объём годовой добычи всех видов органического топлива. И это обстоятельство указывает путь развития энергетики будущего, не такого уж и далёкого. Повсеместный переход на возобновляемые источники энергии не происходит лишь потому, что промышленность, машины, оборудование и быт людей на Земле сориентированы на органическое топливо. А ещё потому, что некоторые виды возобновляемых источников энергии непостоянны и имеют низкую плотность энергии. До недавнего времени ещё называли и дороговизну возобновляемых источников, но как будет показано ниже, это уже во многом не соответствует действительности. Основное преимущество возобновляемых источников энергии их неисчерпаемость и экологическая чистота. Их использование не изменяет энергетический баланс планеты. Эти качества и послужили причиной бурного развития возобновляемой энергетики за рубежом и весьма оптимистических прогнозов их развития в ближайшем десятилетии. Возобновляемые источники энергии играют значительную роль в решении трёх глобальных проблем, стоящих перед человечеством: энергетика, экология, продовольствие</p>	
5.2	Использование теплоты земли, биотоплива, вторичных энергоресурсов.	<p>Биогазовая энергетическая установка "ИБГУ-1" При гниении биомассы (навоз, умершие организмы, растения) выделяется биогаз с высоким содержанием метана, который и используется для обогрева, выработки электроэнергии и пр.</p> <p>Иногда по телевизору показывают свиарники и коровники, которые сами обеспечивают себя электроэнергией и теплом за счёт того, что имеют несколько больших "чанов", куда сбрасывают большие массы навоза и растительных отходов от животных. В этих герметичных баках навоз гниёт, а выделившийся газ идёт на нужды фермы. Кстати, в конце-концов от навоза остаётся сухой остаток – являющийся прекрасным удобрением для полей.</p>  <p>Много идей посвящено выращиванию быстрорастущих водорослей и загрузке их в такие же биореакторы, а также подобному использованию других органических отходов (стеблей кукурузы, тростника и пр).</p> <p>Задача удовлетворения потребностей населения, промышленности и сельского хозяйства в электрической и тепловой энергии, особенно в регионах, удалённых от централизованных энергосетей, а также более глобальные проблемы энергообеспечения России в будущем и обеспечения экологической чистоты её территории, приводят к необходимости развития малой и нетрадиционной энергетики.</p>	
6.	Охрана окружающей среды		
6.1	Охрана окружающей среды при хранении, переработке и использовании	<p>Хранение отходов</p> <p>Концепция избавления биосферы от токсичных отходов в последние десятилетия развивалась во всем мире стремительными темпами. Суть изменений, которые стали вноситься в ранее существовавшую концепцию, сводилось к тому, что значительную часть отходов нецелесообразно сжи-</p>	Работа в малых группах (2 часа)

<p>твёрдого, жидкого и газообразного топлива.</p>	<p>гать или подвергать нейтрализации, а необходимо захоронить или складировать в геологических формациях, являющихся природными изоляторами, поскольку при современном уровне науки и техники невозможно исключить образование не утилизируемых, не подлежащих сжиганию и неподдающихся нейтрализации токсичных отходов, и в связи с тем, что их размещение и накопление на земной поверхности представляет серьезную угрозу жизнедеятельности человека и биосфере в целом, а в будущем, возможно, их использование.</p> <p>При размещении в хранилище отходов, требующих постоянного наблюдения за их состоянием, или отходов, переработка которых возможна в обозримом будущем, срок устойчивости выработок хранилища, а соответственно и самого хранилища, должен быть рассчитан на этот период.</p> <p>В последние годы реализация концепции надежного избавления окружающей среды от нерезализованных, не уничтоженных и не нейтрализованных токсичных отходов путем их захоронения и складирования в геологических формациях, являющихся природными изоляторами, стала набирать темп. Материалы по проектированию технологических схем, выбору методов и организации производства процессов утилизации, обезвреживания и захоронения по типам промышленных отходов представляются проектной организации заказчиком проекта, который, в свою очередь, получает их от соответствующих министерств, ведомств, акционерных обществ.</p> <p>Выбор места размещения хранилищ</p> <p>Согласно современным требованиям размещение не утилизируемых промышленных отходов должно осуществляться в пределах специальных полигонов, обеспечивавших их изоляцию и экологическую безопасность на такой срок, пока они не станут безвредными для человека или не будут разработаны экономически приемлемые технологии их переработки и последующего использования. К подземным хранилищам промышленных отходов относятся такие, которые располагаются в удаленных от земной поверхности геологических формациях, обеспечивая долговременную изоляцию отходов от биосферы. Подземные хранилища являются природоохранными сооружениями и предназначены для централизованного сбора и размещения отходов (в том числе и токсичных) промышленных предприятий, научно-исследовательских организаций и учреждений. Размещение промышленных отходов в хранилищах может преследовать две цели – их последующее использование (хранение) и на вечное захоронение.</p> <p>Количество и мощность хранилищ определяются технико-экономическим обоснованием их строительства.</p> <p>Подземные хранилища могут создаваться как самостоятельные предприятия или существовать совместно с предприятиями</p> <p>В соответствии с классификацией отходов представляется целесообразным рассмотреть необходимые требования к выбору места расположения хранилища, его проектированию, строительству и эксплуатации. При складировании нескольких типов отходов может возникнуть необходимость в размещении каждого из них в отдельной камере (выработке), если они не совместимы друг с другом. Кроме того, следует предусмотреть пути и механизмы доставки отходов, определить последовательность доставки в хранилище, разработать способы нейтрализации, если отходы токсичные, и мероприятия по уборке незапланированного просыпа и пролива отходов. В общем виде подземное хранилище представляет собой сложное сооружение, состоящее из наземного и подземного комплексов и соединяющих их выработок, предназначенных для доставки отходов в хранилище, проветривания и проведения необходимых наблюдений за состоянием выработок и самих отходов.</p> <p>Для уменьшения опасности (до размещения отходов в хранилище) целесообразно предусматривать возможные мероприятия по переводу их из одного класса в другой: по переводу из взрывоопасных в невзрывоопасные, из самовозгорающихся в не самовозгорающиеся, из выделяющих при разложении вредные газы в не выделяющие их, из растворимых в воде в нерастворимые. Перевод отходов из одной группы в другую необходимо производить на предприятиях в соответствии с имеющимся оборудованием и технологией. Для уменьшения объема отходов целесообразно, предусмат-</p>	
---	--	--

		ривать обезвоживание или флегматизацию жидких и прессование твердых промышленных отходов на предприятиях – производителях отходов. Высвобождающуюся воду можно пустить в технологический процесс, уменьшив объем отходов и количество доставочных средств. При малых объемах работ, а соответственно, и малом объеме отходов бывает технически и экономически нерационально обезвоживать и обезвреживать отходы на самом предприятии, выгоднее построить завод по обезвоживанию, обезвреживанию и прессованию отходов.	
--	--	--	--

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интер- активной, актив- ной, инновацион- ной формах, (час.)</i>
1	2.	Составление тепловых балансов теплотехнологических установок	6	-
2	3.	Изучение процессов работы теплотехнологических установок в T-S, H-d, I-IgP тепловых диаграммах	7	-
3	4.	Тепловой расчет кожухотрубного теплообменника	4	-
ИТОГО			17	-

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>тср, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ПК</i>	<i>ОПК</i>				
			<i>10</i>	<i>2</i>				
1		2	3	4	5	6	7	8
1. Понятие о стандартизации		6	+	+	2	3	Лк, СРС	зачет
2. Понятие о промышленной теплоэнергетике		17	+	+	2	8,5	Лк, ПЗ, СРС	зачет
3. Теплоэнергетические установки		16	+	+	2	8	Лк, ПЗ, СРС	зачет
4. Промышленные тепломассообменные установки		15	+	+	2	7,5	Лк, ПЗ, СРС	зачет
5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии		10	+	+	2	5	Лк, СРС	зачет
6. Охрана окружающей среды		8	+	+	2	4	Лк, СРС	зачет
<i>всего часов</i>		72	36	36	2	36	-	-

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Лисиенко В. Г. Хрестоматия энергосбережения. В 2 кн. Кн. 1-2 : справочник / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплоэнергетик, 2003. Кн.1. - 688 с. - ISBN 5902202043.

2. Лисиенко В. Г. Хрестоматия энергосбережения. В 2 кн. Кн. 1-2 : справочник / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплоэнергетик, 2003. Кн.2. - 760 с. - ISBN 5902202051.

3. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года : официальное издание. - М. : ГУ ИЭС, 2003. - 136 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / Под ред. А.В. Клименко. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2004. - 632 с. - (Теплоэнергетика и теплотехника. Кн.4). - ISBN 5704605141	Лк, ПЗ	10	1
2.	Основы современной энергетики. В 2 т. Т.1-2 : учебник для вузов / Под общ. ред. Е. В. Аметистова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2008. Т.1 : Современная теплоэнергетика / Под ред. А. Д. Трухня. - 472 с. - ISBN 9785383001615	Лк, ПЗ	15	1
3.	Основы современной энергетики. В 2 т. Т.1-2 : учебник для вузов / Под общ. ред. Е. В. Аметистова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2008. Т.2 : Современная электроэнергетика / Под ред. А. П. Бурмана. - 632 с. - ISBN 9785383001615	Лк, ПЗ	75	1
Дополнительная литература				
4.	Тепловые и атомные электростанции : справочник / М.С. Алтухов и др.; Под ред. А.В. Клименко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2003. - 648 с. - (Теплотехника и теплоэнергетика. Кн.3). - ISBN 5704605133	Лк, ПЗ	25	1
5.	Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - Москва : Бастет, 2013. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование- бакалавриат). - ISBN 978-5-903178-33-9	Лк, ПЗ	13	1
6.	Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы : справочник / Под ред. А. В. Клименко. - 3-е изд., перераб. - М. : МЭИ, 2000. - 528 с. - (Теплотехника и теплоэнергетика. Кн.1). - ISBN 570460511	Лк, ПЗ	5	0,5

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Рекомендуемые источники литературы, необходимые при выполнении практических работ указаны в п.7 (основная [1-3] и дополнительная [4-6]).

Практическое занятие № 1

Составление тепловых балансов теплотехнологических установок

В котельной установке при сжигании органического топлива происходит преобразование химической энергии и топлива в тепловую энергию продуктов сгорания. Выделившаяся теплота за вычетом потерь передаётся рабочему веществу — теплоносителю, в результате получается полезная продукция, например водяной пар. Эффективность энергоиспользования в котельной установке, а также направления его совершенствования устанавливаются тепловым (энергетическим) балансом.

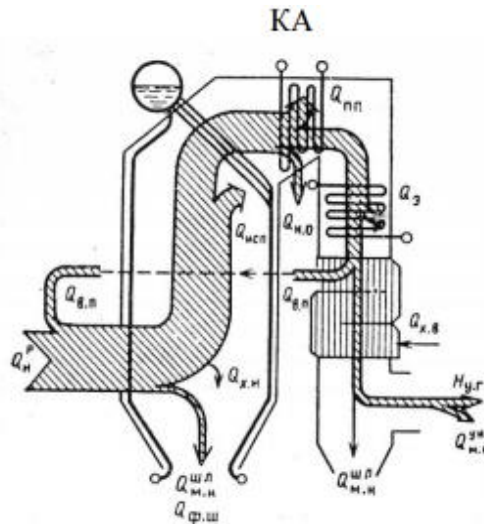


Рисунок 1 - Схема теплового баланса котла при установившемся тепловом режиме

При установившемся состоянии баланс потоков рабочего вещества и энергии для котельной установки в целом и отдельных ее частей или элементов можно записать так:

$$- \text{уравнение сохранения вещества (массы): } D_{\text{прих}} - D - D_{\text{пот}} = 0;$$

$$- \text{уравнение сохранения энергии } Q_{\text{прих}} - Q - Q_{\text{пот}} = 0,$$

где $D_{\text{прих}}$, $Q_{\text{прих}}$ — количества поступившего вещества (например, воды) и энергии (теплоты); D , Q — количества полезно преобразованного вещества (полученного пара) и энергии (теплоты пара); $D_{\text{пот}}$, $Q_{\text{пот}}$ — потери вещества и энергии.

При нестационарных режимах равенство между притоками и стоками (вещества и энергии) нарушается с изменением внутренней энергии. Тепловой баланс котла, как и любого другого теплотехнологического агрегата, характеризует равенство между приходом и расходом теплоты: $Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}}$. Составляющие теплового баланса для теплотехнологических установок в общем случае могут быть выражены отношением количества затраченной теплоты на единицу полученного продукта, например в мегаджоулях на килограмм технологического продукта, или количеством теплоты в единицу времени — в мегаджоулях в секунду (мегаваттах), или количеством теплоты на единицу топлива — в мегаджоулях на килограмм для твердого и жидкого топлива или мегаджоулях на кубический метр для газообразного топлива. Для котельных установок тепловой баланс составляют на 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м³ газа при 273 К и 0,1013 МПа.

Приходная часть теплового баланса (располагаемая теплота, МДж/кг или МДж/м³) в общем случае записывается в виде $Q_{\text{прих}} = Q_{\text{р}}^{\text{п}} = \sum Q_{\text{хим}} + \sum Q_{\text{физ}} + Q_{\text{эл}}$, где внесённая химическая теплота $\sum Q_{\text{хим}} = Q_{\text{н}}^{\text{п}} + (Q_{\text{экз}} - Q_{\text{энд}})$, а внесённая физическая теплота $\sum Q_{\text{физ}} = Q_{\text{фт}} + Q_{\text{фв}} + Q_{\text{пар}} + Q_{\text{о.г}}$

Рассмотрим составляющие приходной части теплового баланса. $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ - низшая рабочая теплота сгорания единицы топлива, МДж/кг или МДж/м³ — для твердого и жидкого или газа, не учитывающая, как известно, теплоту образования водяных паров. Это согласуется с тем, что температура продуктов сгорания, покидающих котел, обычно не ниже 110—120 °С, при такой температуре содержащийся в них водяной пар не конденсируется. При охлаждении же продуктов сгорания до температуры, при которой на поверхности нагрева возможна конденсация водяных паров, расчёты следует выполнять с учетом высшей теплоты сгорания топлива $Q_{\text{в}}^{\text{п}}$ ($Q_{\text{с}}^{\text{г}}$).

Член $Q_{\text{экз}}$ учитывают при использовании теплоты экзотермических реакций, возможных при осуществлении некоторых технологических процессов. В качестве примера можно указать на экзотермический процесс обжига колчедана в кипящем слое с установкой в последнем теплоиспользующих элементов для получения пара. Процесс обжига проходит без дополнительного использования топлива, поэтому в этом случае в выражении для определения $\sum Q_{\text{хим}}$ теплота сгорания топлива $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ отсутствует.

Член $Q_{\text{энд}}$ учитывает затраты теплоты на возможные эндотермические реакции. Например, при сжигании сланцев, когда часть выделяющейся теплоты затрачивается на разложе-

ние карбонатов, $Q_{\text{энд}} = Q_{\text{карб}} = 4,05k(\text{CO}_2)_k^p/100$,
 где 4,05 — теплота разложения 1кг карбонатной золы, МДж/кг; $k = 1$ — коэффициент разложения карбонатов при камерном сжигании сланцев, $k = 0,7$ — при слоевом сжигании; $(\text{CO}_2)_k^p$ - углекислота карбонатов, %.

Входящий в выражение для определения $\sum Q_{\text{физ}}$ член $Q_{\text{фт}}$, МДж/кг (или МДж/м³), учитывает физическую теплоту (энтальпию) топлива: $Q_{\text{фт}} = c_{\text{т}} \cdot t_{\text{т}}$,

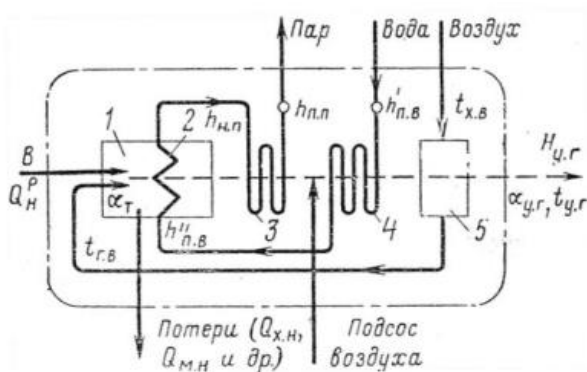
где $c_{\text{т}}$ — теплоёмкость рабочего топлива, МДж/(кг К) или МДж/(м³ К); $t_{\text{т}}$ — температура топлива, °С.

При поступлении в котел твёрдое топливо имеет обычно малую температуру, приближающуюся к нулю, а теплоёмкость сухой массы топлива находится в пределах от $c_{\text{т}}^c = 0,92 \cdot 10^{-3}$ (антрацит) до $c_{\text{т}}^c = 1,3 \cdot 10^{-3}$ МДж/(кг К) (фрезерный торф). В связи с этим $Q_{\text{фт}}$ невелико по значению. Энтальпию твёрдого топлива учитывают в случае предварительного его подогрева вне котла посторонним источником теплоты (при сушке в разомкнутой системе пылеприготовления, паровых сушилках и т.п.). При этом температуру и влажность топлива принимают по состоянию его перед топкой.

Жидкое топливо (мазут) для снижения вязкости и улучшения распыла поступает в топку подогретым до 80—120 °С. Теплоёмкость мазута при этом $c_{\text{т}}^p = 1,94 \cdot 10^{-3} \div 2,04 \cdot 10^{-3}$ МДж/(кг К) и $Q_{\text{фт}}$ составляет (0,4—0,63) % . Теплоёмкость мазута $c_{\text{т}}^c$, МДж/(кг К), определяется по формуле

$$c_{\text{т}}^p = (1,738 + 0,0025 t_{\text{т}}) 10^{-3}$$

Учёт $Q_{\text{фт}}$ целесообразен при сжигании газового топлива с низкой теплотой сгорания (например, доменного газа) при условии специального нагрева его до относительно высокой температуры (200—300 °С), когда $Q_{\text{фт}}$ составляет $Q_{\text{н}}^p$ 7—10 % . При сжигании газового топлива с высокой теплотой сгорания (например, природного газа) имеет место повышенное соотношение массы воздуха и газа (примерно 10:1). В этом случае топливо — газ обычно не подогревают.



1 — топочная камера; 2 — испарительные поверхности нагрева; 3 — пароперегреватель;
 4 — экономайзер; 5 — воздухоподогреватель.

Рисунок 2 - Принципиальная схема котлоагрегата (КА)

На рис. 2. для рассматриваемого простейшего случая приведена принципиальная схема поступления и движения рабочих веществ в КА (воздух, топливо, продукты сгорания, вода, пар), включающая топочную камеру с радиационными испарительными элементами, в которой сжигается топливо в количестве B , кг/с (или м³/с), с $Q_{\text{н}}^p$, МДж/кг (или МДж/м³); испарительные поверхности; пароперегреватель, в котором насыщенный пар перегревается $t_{\text{пп}}$ ($h_{\text{пп}}$) до $h_{\text{пп}}$ ($h_{\text{пп}}$); экономайзер, где питательная вода нагревается с $h'_{\text{пв}}$ до $h''_{\text{пв}}$ МДж/кг; воздушный подогреватель, в котором необходимый для горения топлива воздух подогревается от $t_{\text{хв}}$ до $t_{\text{гв}}$, °С.

Практическое занятие № 2

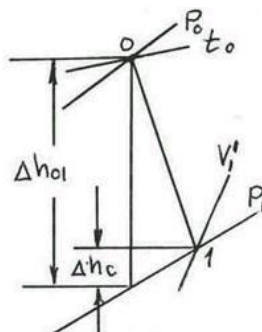
Изучение процессов работы теплотехнологических установок в T-S, H-d, I-IgP тепловых диаграммах

По исходным параметрам начинается построение процесса расширения в тепловой диаграмме (см.рис.) и определяется располагаемый теплоперепад Δh_{01} , а затем теоретическая

скорость истечения $c_{1t} = 44,7 \cdot \sqrt{\Delta h_{01}}$ м/с

Дальнейший расчет производится в двух приближениях.

Расчет в первом приближении



Ориентировочно оценивается коэффициент потери скорости $j_1 = 0,96$, $0,98$, а затем находится действительная скорость истечения c'_1 и потеря энергии на решетке $\Delta h'_c$.

$$c'_1 = \varphi_1 \cdot c_{1t} \text{ м/с}; \Delta h'_c = (1 - \varphi_1^2) \Delta h_{01}$$

Далее строится действительный процесс 0-1 и в точке 1 снимается удельный объем пара на выходе из решетки v'_1 м³/кг.

Определяется скорость звука при параметрах выходного сечения $a_1 = \sqrt{k \cdot P_1 \cdot v'_1 \cdot 10^6}$ м/с и

число Маха $M_{1t} = \frac{c_{1t}}{a_1}$

В зависимости от принятого угла $\alpha_{1п}$ и получившегося числа M_{1t} по атласу профилей подбирается подходящий профиль.

Например, С-9015А или С-9018Б.

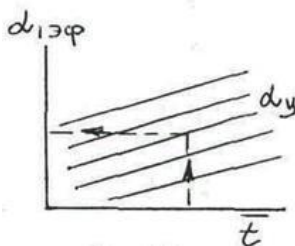
С – профиль предназначен для сопловых решеток

А – дозвуковая решетка, $M = 0,9$

Б – околосзвуковая решетка, $M = 0,9 \div 1,2$

Первые две цифры соответствуют углу $\alpha_{0п}$, вторые – $\alpha_{1п}$.

Для подобранного профиля из атласа берется рекомендуемый относительный шаг \bar{t} и угол установки α_y . Далее по графику в зависимости от \bar{t} и α_y находится $\alpha_{1зф}$. График имеет вид, представленный на рис.



Далее определяется высота выходных кромок сопловой решетки

$$l'_1 = \frac{G \cdot v'_1}{\varepsilon \cdot \pi \cdot D_{cp} \cdot c'_1 \cdot \sin \alpha_{1зф}} \text{ м}$$

В данной формуле ε – степень парциальности впуска – отношение длины дуги, занятой сопловой решеткой, к длине всей окружности ступени на среднем диаметре облопатывания.

Первоначально принимается $\varepsilon = 1$ и делается расчет. Если $l'_{1расч} < 0,012$ м, то делается пере-

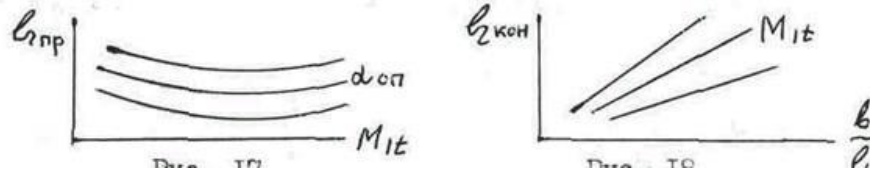
счет: т.е., принимается желательная величина $\ell'_1 > \ell'_{\text{расч}}$ и пересчитывается e , которая будет меньше единицы. Из атласа находится хорда профиля b_1 , определяется шаг решетки

$$t_1 = \bar{t} \times b_1 \text{ и отношение } \frac{b_1}{\ell'_1}.$$

Расчет во втором приближении

По графикам определяются $\xi_{\text{пр}} = f(M_{1t}; \bar{t}; \alpha_y)$ и $\xi_{\text{кон}} = f\left(\frac{b_1}{\ell'_1}; M_{1t}; \bar{t}; \alpha_y\right)$

Графики имеют вид, представленный на рис. 17 и 18.



Определяются $\xi_c = \xi_{\text{пр}} + \xi_{\text{кон}}$; $\varphi = \sqrt{1 - \xi_c}$; $\Delta h_c = \xi_c \Delta h_{01}$; $c_1 = \varphi \cdot c_{1r}$.

Повторно строится процесс в тепловой диаграмме с учетом нового значения Dh_c , снимается величина удельного объема и находится высота выходных кромок решетки во втором приближении

$$\ell_1 = \frac{G \cdot V_1}{\varepsilon \cdot \pi \cdot D_{\text{ср}} \cdot c_1 \cdot \sin \alpha_{1\text{зф}}} \text{ м}$$

$$z_c = \frac{\varepsilon \pi D_{\text{ср}}}{t_1}$$

Число сопловых каналов

Полученная цифра округляется до ближайшего целого значения; если при этом $e < 1$ то пересчитывается e . Если же $e = 1$, то после округления z_c – пересчет t_1 . Все остальное – без изменений.

Построение процесса расширения в ступени в тепловой диаграмме

При построении процесса в тепловой диаграмме прежде всего должны быть учтены три основные потери энергии:

потеря в соплах $\Delta h_c = \xi_c \Delta h_{01} = (1 - \varphi^2) \Delta h_{01}$

$$\Delta h_{\text{л}} = \xi_{\text{л}} \left(\frac{W_1^2}{2000} + \rho \Delta h_0 \right) = (1 - \varphi^2) \left(\frac{W_1^2}{2000} + \rho \Delta h_0 \right)$$

потеря на рабочих лопатках

потеря с выходной скоростью – при выходе потока из каналов рабочей решетки

$$\Delta h_{\text{вс}} = \frac{c_2^2}{2000}$$

Величина $\Delta h_u = \Delta h_0 - (\Delta h_c + \Delta h_{\text{л}} + \Delta h_{\text{вс}})$ именуется окружным теплоперепадом.

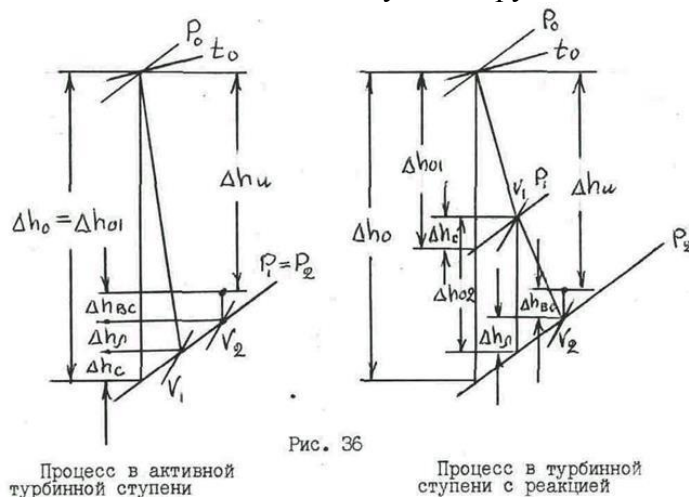


Рис. 36

Практическое занятие № 3

Тепловой расчет кожухотрубного теплообменника

Задание. Произвести тепловой расчет вертикального кожухотрубчатого теплообменника для конденсации насыщенного пара бензола с расходом $G_6=1000\text{кг/час}$ при атмосферном давлении.

Жидкий бензол отводится при температуре конденсации насыщенных паров. Охлаждающий агент - вода с начальной температурой $t_{в1}=22^\circ\text{C}$ и конечной $t_{в11}=32^\circ\text{C}$. Термическое сопротивление поверхности теплообмена со стороны бензола – $0,0001\text{м}^2\cdot\text{час}\cdot\text{К/ккал}$, а со стороны воды - $0,0007\text{м}^2\cdot\text{час}\cdot\text{К/ккал}$. Бензол в кожухотрубчатом теплообменнике конденсируется в межтрубном пространстве. Стальные трубки теплообменника имеют наружный диаметр $d_{н}=25\text{мм}$ и внутренний $d_{вн}=21\text{мм}$. Температура кипения бензола при атмосферном давлении $t_{к}=80,1^\circ\text{C}$, а скрытая теплота парообразования бензола – $r=94,5\text{ккал/кг}$.

Решение.

1. Определяем основные параметры кожухотрубчатого теплообменника.

Большой температурный напор $\Delta t_6 = t_{к} - t_{в1} = 80,1 - 22 = 58,1^\circ\text{C}$

Меньший температурный напор $\Delta t_m = t_{к} - t_{в11} = 80,1 - 32 = 48,1^\circ\text{C}$

Среднелогарифмический напор

$\Delta t = (\Delta t_6 - \Delta t_m) / \ln(\Delta t_6 / \Delta t_m) = (58,1 - 48,1) / \ln(58,1 / 48,1) = 52,9^\circ\text{C}$

Средняя температура охлаждающей воды

$t_{в} = t_{к} - \Delta t = 80,1 - 52,9 = 27,2^\circ\text{C}$

Тепловая нагрузка (теплопроизводительность)

$Q = G_6 r = 1000 * 94,5 = 94500\text{ккал/час} = 94500 * 427 * 9,81 / 3600 = 109958\text{Вт} \approx 110\text{кВт}$

Здесь:

$r = 94,5\text{ккал/кг}$ - скрытая теплота парообразования бензола при атмосферном давлении;

$G_6 = 1000\text{кг/час}$ – массовый расход бензола (задано).

Массовый расход охлаждающей воды

$G_{в} = Q / c_p (t_{в11} - t_{в1}) = 94500 / (1 * (32 - 22)) = 9450\text{кг/час}$.

Здесь $c_p = 1\text{ккал/кг}\cdot\text{К}$ – теплоёмкость воды при средней температуре $t_{в} = 27,2^\circ\text{C}$.

2. Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменника.

2.1. Выбор типа теплообменника.

Из всех приведенных четырехходовых теплообменников (Приложение) наименьшее количество трубок имеет один теплообменник, у которого общее число трубок равно $n=100$ и, следовательно, число трубок в одном ходе равно 25.

Выбираем для расчета именно такой теплообменник, т.к. у него наибольшая скорость воды в трубках, наибольшее число Рейнольдса и, следовательно, наибольший коэффициент теплоотдачи к воде.

Диаметр корпуса этого теплообменника равен $D=400\text{мм}$.

$F = Q / q = 94500 / 20550 = 4,6\text{м}^2$

3. По таблице (Приложение) принимаем четырехходовой теплообменник с диаметром корпуса 400мм, с общим количеством трубок $n=100$ ($n_1=25$ – количество трубок в одном ходе), с поверхностью теплообмена $F = 7\text{м}^2$; с высотой трубок 1000мм и с трубками $d_{25}/d_{21}\text{мм}$.

4. Эскизный проект рассчитанного четырёхходового вертикального кожухотрубчатого теплообменника привести на чертеже.

Для размещения трубок на трубной доске и при определении шага между трубками использовать рекомендации, приведенные в курсовой работе №1.

Диаметр патрубка для паров бензола рассчитать при скорости паров $W_{п6} = 20-25\text{м/с}$ и при плотности паров бензола равной $2,7\text{кг/м}^3$.

Диаметр патрубка для жидкого бензола рассчитать при скорости жидкости равной $W_6 = 1-2\text{м/с}$ и при плотности бензола на линии насыщения равной 825кг/м^3 .

Патрубки для подвода и отвода охлаждающей воды рассчитать при скорости движения воды равной $5-7\text{м/с}$ и при плотности воды 1000кг/м^3 .

На эскизе теплообменного аппарата указать направления движения теплоносителей и

изобразить разделительные стенки в крышках теплообменника.

9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта (курсовой работы), контрольной работы, РГР, реферата

Учебным планом не предусмотрено.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Microsoft Imagine Premium
2. ОС Windows 7 Professional
3. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
4. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
5. ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система
6. справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7. Архиватор 7-Zip
8. Adobe Reader
9. doPDF
10. Ай-Логос Система дистанционного обучения
11. КОМПАС-3D V13

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, Лк, ПЗ</i>
1	3	4	5
ПЗ	Лекционный кабинет/ дисплейный класс	Оборудование Интерактивная доска SMART Board 680I, проектор Casio XJ-UT310WN; 17-ПК: CPU 5000/RAM 2Gb/HDD; Монитор TFT 19 LG1953S-SF; Принтер: HP LaserJet P2015n; Сканер: Canon LiDE 220	№№ 1÷3
СР	ЧЗЗ	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	1. Понятие о стандартизации	1.1 Понятие «ГОСТ» и «ОСТ»	Вопросы к зачёту 1-2
		2. Понятие о промышленной теплоэнергетике	2.1 Энергетический потенциал и использование топлива в России. 2.3 Проблемные вопросы теплоэнергетики.	Вопросы к зачёту 3-4
		3. Теплоэнергетические установки	3.3 Потенциал энергосбережения в России.	Вопросы к зачёту 5
		5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	5.1 Энергия излучения солнца, ветра, рек, морских приливов и отливов, морских волн, теплота земли. 5.2 Использование биотоплива, вторичных энергоресурсов.	Вопросы к зачёту 6-8
		6. Охрана окружающей среды	6.1 Охрана окружающей среды при хранении, переработке и использовании твердого, жидкого и газообразного топлив.	Вопросы к зачёту 9-11
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания	2. Понятие о промышленной теплоэнергетике	2.2 Единицы измерения топливно – энергетических ресурсов.	Вопросы к зачёту 12
		3. Теплоэнергетические установки	3.1 Термодинамические основы работы теплоэнергетических установок. 3.2 Циклы теплосиловых установок. Котельные установки.	Вопросы к зачёту 13-15
		4. Промышленные теплообменные установки	4.1 Рекуперативные (регенеративные) и смешивающего типа ТОА. 4.2 Выпарные и сушильные установки.	Вопросы к зачёту 16-19

2. Вопросы к зачёту

№ п/п	Компетенция		ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	1. Понятие «ГОСТ»	1. Понятие о стандартизации
			2. Понятие «ОСТ»	
			3. Энергетический потенциал и использование топлива в России.	2. Понятие о промышленной теплоэнергетике
			4. Проблемные вопросы теплоэнергетики.	
			5. Потенциал энергосбережения в России.	3. Теплоэнергетические установки
			6. Энергия излучения солнца, ветра, рек.	
7. Энергия излучения морских приливов и отливов, морских волн, теплота земли.	5. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии			
8. Использование биотоплива, вторичных энергоресурсов.				
9. Охрана окружающей среды при хранении, переработке и использовании жидкого топлива.		6. Охрана окружающей среды		
10. Охрана окружающей среды при хранении, переработке и использовании твердого, газообразного топлива.				
11. Охрана окружающей среды при хранении, переработке и использовании твердого топлива.				
2	ОПК-2	способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания	12. Единицы измерения топливно-энергетических ресурсов.	2. Понятие о промышленной теплоэнергетике
			13. Термодинамические основы работы теплоэнергетических установок.	
			14. Циклы теплосиловых установок.	3. Теплоэнергетические установки
			15. Котельные установки.	
			16. Рекуперативные (регенеративные) ТОО.	4. Промышленные теплообменные установки
			17. Смешивающего типа ТОО.	
18. Выпарные установки.				
19. Сушильные установки.				

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы естествознания. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> - приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; - типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок. <p>Уметь (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> - составить энергетический баланс конкретной теплоэнергетической установки; - провести поверочный или конструктивный расчёт теплообменного аппарата и другого оборудования; - оценить технико-экономические характеристики технологического процесса. 	<p>зачтено</p>	<p>«Зачтено» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>знания</i>: основных источники информации для самообразования в рамках выбранного направления; основные законы естествознания; приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок. - <i>умения</i>: использовать основные методы преобразования и хранения информации; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности составить энергетический баланс конкретной теплоэнергетической установки; провести поверочный или конструктивный расчёт теплообменного аппарата и другого оборудования; оценить технико-экономические характеристики технологического процесса. - <i>владение</i>: основными требованиями информационной безопасности; способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин; простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов; навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования.
<p>Владеть (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин. <p>(ПК-10):</p> <ul style="list-style-type: none"> - простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов; - навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования. 	<p>не зачтено</p>	<p>«Не зачтено» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - существенные пробелы в <i>знаниях</i>: основных источники информации для самообразования в рамках выбранного направления; основные законы естествознания; приборы и схемы для измерения теплоэнергетических величин; типы и устройство промышленных теплоэнергетических установок. - принципиальные ошибки в <i>умении</i>: использовать основные методы преобразования и хранения информации; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности составить энергетический баланс конкретной теплоэнергетической установки; провести поверочный или конструктивный расчёт теплообменного аппарата и другого оборудования; оценить технико-экономические характеристики технологического процесса. - невозможность <i>владения</i>: основными требованиями информационной безопасности; способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин; простейшими приемами решения типовых теплотехнических задач на применение основных физических законов и численных алгоритмов; навыками чтения технических чертежей и технологических схем оборудования.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина введение в специальность направлена на ознакомление первокурсников в избранной области их будущей деятельности с местом теплоэнергетики в развитии народного хозяйства.

Изучение дисциплины введение в специальность предусматривает:

- лекции,
- практические работы;
- самостоятельную работу,
- зачёт.

В ходе освоения *раздела 1* «Понятие о стандартизации» студенты должны уяснить: понятия «ГОСТ» и «ОСТ».

В ходе освоения *раздела 2* «Понятие о промышленной теплоэнергетике» студенты должны уяснить: основные вопросы об энергетическом потенциале и использование топлива в России; единицы измерения топливно-энергетических ресурсов; проблемные вопросы теплоэнергетики.

В ходе освоения *раздела 3* «Теплоэнергетические установки» студенты должны уяснить: термодинамические основы работы тепло-энергетических установок; циклы теплосиловых установок; котельные установки; потенциал энергосбережения в России.

В ходе освоения *раздела 4* «Промышленные теплообменные установки» студенты должны уяснить: рекуперативные (регенеративные) и смешивающего типа ТОО; выпарные и сушильные установки.

В ходе освоения *раздела 5* «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» студенты должны уяснить: использование таких источников энергии, как: энергия излучения солнца, ветра, рек, морских приливов и отливов, морских волн, теплота земли, использование биотоплива, вторичных энергоресурсов.

В ходе освоения *раздела 6* «Охрана окружающей среды» студенты должны уяснить: меры по охране окружающей среды при хранении, переработке и использовании твердого, жидкого и газообразного топлив.

При подготовке к *зачёту* рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: понятия «ГОСТ» и «ОСТ»; основные вопросы об энергетическом потенциале и использование топлива в России; единицы измерения топливно-энергетических ресурсов; проблемные вопросы теплоэнергетики; термодинамические основы работы тепло-энергетических установок; циклы теплосиловых установок; котельные установки; потенциал энергосбережения в России; рекуперативные (регенеративные) и смешивающего типа ТОО; выпарные и сушильные установки; использование таких источников энергии, как: энергия излучения солнца, ветра, рек, морских приливов и отливов, морских волн, теплота земли, использование биотоплива, вторичных энергоресурсов; меры по охране окружающей среды при хранении, переработке и использовании твердого, жидкого и газообразного топлив.

В процессе проведения *практических занятий* происходит закрепление знаний о составление тепловых балансов теплотехнологических установок процессах работы теплотехнологических установок в T-S, H-d, I-IgP тепловых диаграммах; о тепловом расчете кожухотрубного теплообменника.

Работа с *литературой* является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде презентаций, проблемной лекции, лекции с запланированными ошибками) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Введение в специальность

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: познакомить бакалавров, первокурсников, в избранной области их будущей деятельности с местом теплоэнергетики в развитии народного хозяйства.

Задачей изучения дисциплины является: сформировать у бакалавров необходимые понятия о теплоэнергетике, которая развивается, уточняется и углубляется по мере изучения общенаучных, общетехнических и особенно специальных дисциплин.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 17 час., ПЗ - 17 час., СР– 38 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа, 2 зачетные единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 - Понятие о стандартизации
- 2 - Понятие о промышленной теплоэнергетике
- 3 - Теплоэнергетические установки
- 4 - Промышленные теплообменные установки
- 5 - Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии
- 6 - Охрана окружающей среды

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания;

ПК-10 - готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов.

4. Вид промежуточной аттестации: зачёт

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20 ____ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.13.01 Теплоэнергетика и теплотехника от «01» октября 2015г. № 1081.

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «04» декабря 2015 г. №771 , заочной формы обучения от «04» декабря 2015 г. №771

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 , заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 для заочной формы (ускоренного обучения) от «06» июня 2016 г. № 429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 , заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 для заочной формы (ускоренного обучения) от «04» апреля 2017 г. №203

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130 , заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. №130

Программу составил:

Федяев А.А., д.т.н., профессор каф. ПТЭ _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ПТЭ

от «13» декабря 2018 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой ПТЭ _____ Федяев А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ПТЭ _____ Федяев А.А.

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЭиА

от «28» декабря 2018 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии факультета ЭиА _____ А.Д.Ульянов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____