



Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 года № 144 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 05.06.2024 № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы  
протокол от 10.06.2024 № 7

Зав. кафедрой к.т.н, доцент \_\_\_\_\_ Л.Ю. Вадова  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Л.Ю. Вадова  
(подпись)

Начальник ОУМБО \_\_\_\_\_ И.В. Старикова  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 13.03.02 - 32

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	16
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	18
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	18
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	20
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	21
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	23

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цель освоения дисциплины:

-формирование знаний о видах природных источников энергии и способах преобразования их в электрическую и тепловую энергию.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- знание представлений о традиционных и нетрадиционных способах получения и передачи тепловой и электрической энергии;
- знание значений термодинамических и теплотехнических расчетов процессов в энергетике,

# 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Общая энергетика» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, физика.

Дисциплина «Общая энергетика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: электрические станции и подстанции, электроснабжение, энергоснабжение.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

# 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1а

Формирование компетенции ПКС-2 дисциплинами

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2	Общая энергетика								
	Электрические станции и подстанции								
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических								
	Техника высоких напряжений								

Переходные процессы в электроэнергетических системах									
Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения									
Автоматизация и управление систем электроснабжения									
Электромагнитная совместимость в электроэнергетике									
Электрическое освещение									
Воздушные и кабельные ЛЭП									
Электробезопасность									
Ознакомительная практика									
Проектная практика									
Эксплуатационная практика									
Преддипломная практика									
Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР									

Таблица 16

**Формирование компетенции ПКС-2 дисциплинами для заочной формы**

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы формирования компетенции				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ПКС-2	Общая энергетика					
	Электрические станции и подстанции					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических					
	Техника высоких напряжений					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах					
	Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения					
	Автоматизация и управление систем электроснабжения					

Электромагнитная совместимость	в					
Электрическое освещение						
Воздушные и кабельные ЛЭП						
Электробезопасность						
Ознакомительная практика						
Проектная практика						
Эксплуатационная практика						
Преддипломная практика						
Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР						

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-2 Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	ИПКС-2.4 Демонстрирует знания традиционных и альтернативных способов получения и передачи тепловой и электрической энергии	<b>Знать:</b> основные виды энергоресурсов, способы преобразования их в электрическую и тепловую энергию, основные типы энергетических установок.	<b>Уметь:</b> использовать полученные знания при освоении смежных дисциплин.	<b>Владеть:</b> навыками в выборе источника энергоснабжения и оценки его эффективности.	Устный опрос Тестирование	Вопросы для устного собеседования: билеты

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3зач.ед./108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл.3 и 4.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	38	38
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	34	34
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	17	17
- практические занятия (ПЗ)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	4	4
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:	-	-
- по проектированию: проект (работа)	-	-
- по выполнению РГР	-	-
- по выполнению КР	-	-
- по составлению реферата (доклада, эссе)	-	-
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	70	70
<b>Вид промежуточной аттестации зачёт с оценкой</b>	-	-
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	108/3	108/3

Таблица 4

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по курсам для студентов заочного обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	3 курс
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	23	23
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	18	18
- лекции (Л)	10	10

- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	8	8
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	5	5
- групповые консультации по дисциплине	5	5
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	-	-
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	-	-
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	81	81
<b>Вид промежуточной аттестации: зачёт с оценкой</b>	4	4
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	108/3	108/3

#### 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

#### Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>4 семестр</b>									
ПКС-2 ИПКС-2.4	Тема 1.1. Введение	1	-	-	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.1.1 С.7-10	Собеседование Тестирование		
	Тема 2.1. Энергоресурсы и их использование.	2	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий	Собеседование Тестирование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						для самостоятельной работы. Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы.6.1.1 С.10-23			
	Тема 3.1. Традиционные способы преобразования различных видов энергоресурсов в электрическую и тепловую энергию.	4	17	-	14	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы.6.1.1С.41-83	Собеседование Тестирование		
	Тема 4.1. Нетрадиционная энергетика.	3	-	-	10	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной	Собеседование Тестирование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						работы. 6.1.1 С.84-92			
	Тема 5.1. Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).	3	-	-	18	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1С.84-92	Собеседование Тестирование		
	Тема 6.1. Аккумуляция энергии.	2	-	-	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1 С.97-103	Собеседование Тестирование		
	Тема 7.1. Воздействие объектов энергетики на окружающую среду	2	-	-	3	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1 С.65-67	Собеседование Тестирование		
	<b>Самостоятельная работа</b>				70				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>70</b>				

Таблица 6

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>3 курс</b>									
ПКС-2 ИПКС-2.4	Тема 1.1. Введение	1	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию	Собеседование Тестирование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						при сдаче лабораторной работы.6.1.1 С.7-10			
	Тема 2.1. Энергоресурсы и их использование.	2	-	-	20	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы.6.1.1 С.10-23	Собеседование Тестирование		
	Тема 3.1. Традиционные способы преобразования различных видов энергоресурсов в электрическую и тепловую энергию.	2	-	8	20	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной	Собеседование Тестирование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						работы. Подготовка отчета о лабораторной работе, подготовка к собеседованию при сдаче лабораторной работы. 6.1.1С.41-83			
	Тема 4.1. Нетрадиционная энергетика.	1	-	-	10	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1 С.84-92	Собеседование Тестирование		
	Тема 5.1. Использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).	1	-	-	18	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1С.84-92	Собеседование Тестирование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 6.1. Аккумулирование энергии.	2		-	5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1 С.97-103	Собеседование Тестирование		
	Тема 7.1. Воздействие объектов энергетики на окружающую среду	1		-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.1.1 С.65-67	Собеседование Тестирование		
	<b>Самостоятельная работа</b>				81				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>81</b>				

## 5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Варианты практических занятий:

- Сравнение параметров гомогенного и гетерогенного горения органического топлива;
- Циклы паротурбинных установок;
- Котельные установки.

### 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

**Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине**

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы				Штрафные баллы За нарушение сроков сдачи
		1	2	3	4	
Выполнение лабораторных работ	1	35				
Тестирование	1	20				
Посещение занятий	1	35				
Активность	1	10				

## Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-2 Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	ИПКС-2.4 Демонстрирует знания традиционных и альтернативных способов получения и передачи тепловой и электрической энергии	Не знает основные понятия и определения дисциплины. Не знает основных источников первичной энергии. Не различает возобновляемые и не возобновляемые источники энергии. Не может оценить энергетическую эффективность и экологические параметры различных источников энергии.	Знает основные понятия и определения дисциплины. Знает основные принципы работы ТЭС, ТЭЦ, котельных установок, не может рассчитать высшую и низшую удельную теплоту сгорания органического топлива, его относительную влажность, сернистость, зольность, оценить потребление воздуха при сгорании единицы топлива.	Знает основные понятия и определения дисциплины. Способен оценить энергетические и экологические параметры органического топлива. Знаком с основами гидроэнергетики. Знает основные виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Слабо ориентируется в атомной энергетике, не знает принципов работы ядерных реакторов: РБМК, ВВР. БН.	Знает основные понятия и определения дисциплины. Знает основные принципы работы ТЭС, ТЭЦ, котельных установок, может рассчитать высшую и низшую удельную теплоту сгорания органического топлива, его относительную влажность, сернистость, зольность, оценить потребление воздуха при сгорании единицы топлива. Знает основные виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии, ориентируется в атомной энергетике, знает принципы работы ядерных реакторов: РБМК, ВВР. БН. Знает принципиальные схемы накопителей энергии различного вида.и приемами

					выполнения практических задач.
--	--	--	--	--	--------------------------------

**Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) - зачтено	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) - зачтено	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – не зачтено	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****6.1. Учебная литература**

6.1.1 Соснина Е.Н. Общая энергетика : Н Новгород Комплекс учебно-методических материалов НГТУ 2008.- 129 с.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

**6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

6.2.1 Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики ИНФРА-М., 2007 Уч. для вузов

6.2.2 Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети МЭИ М., 2009 Уч. для вузов.

**7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

**7.1. Перечень информационных справочных систем**

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

**Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

**7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины**

Таблица 11

**Программное обеспечение**

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подпискаMSDN 700593597, подпискаDreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 12

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	доступ из локальной сети

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 13 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

### Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 14 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 14

### Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<b>1150</b> Аудитория для лекционных занятий и демонстрационный кабинет Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт.; Экран – 1 шт.	
2	<b>1443а</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения)	• ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8 (свободное ПО); • Mozilla Firefox (свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	электронную информационно-образовательную среду университета	ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);
3	<b>1234</b> Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт.; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • Foxit Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО)

## 10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме собеседования.

При преподавании дисциплины «Общая энергетика», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный

подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой, с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 5 и 6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины, обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 14). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

#### **10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися заочной формы**

При выполнении контрольной работы рекомендуется проработка материалов лекций по темам, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине.

### **11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний, обучающихся по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- проведение лабораторных работ для очной формы;
- проведение практических занятий для заочной формы;
- зачет с оценкой.

##### **11.1.1. Примеры заданий для лабораторных и практических работ**

###### **Пример выполнения расчетной работы 1**

Пусть задано: топливо 1 – Бурый уголь; топливо 2 – Каменный уголь; топливо 3 – Генераторный газ из торфа.

В соответствии с заданным вариантом из табл. 4.1 необходимо выписать виды сжигаемого топлива, а из табл.4.4-4.10 их состав.

Состав бурого угля, %:

Колчеданная сера $S_k^r$	Органическая сера $S_o^r$	Углерод $C^r$	Водород $H^r$	Азот $N^r$	Кислород $O^r$	Минеральные соединения $A^c$	Влага $W^p$
1,3	0,0	66,2	6,3	0,8	25,4	30,0	52,0

Аналогично выписываются данные для каменного угля и генераторного газа.

*Часть 1.* Сравнение характеристик заданных видов твердого топлива 1 и 2.

*Рекомендуемый порядок расчета:*

1. Для заданных видов топлива 1 и 2 с использованием формул (3.1) производится пересчет состава горючей массы топлива на рабочую массу:

Для бурого угля:

$$K^{rp} = \frac{100 - (A^p + W^p)}{100}; \quad K^{cp} = \frac{100 - W^p}{100} = \frac{100 - 52}{100} = 0,48;$$

$$A^p = K^{cp} \cdot A^c = 0,48 \cdot 30 = 14,4\%; \quad K^{rp} = \frac{100 - (14,4 + 52)}{100} = 0,336;$$

$$S_k^p = K^{rp} \cdot S_k^r = 0,336 \cdot 1,3 = 0,437\%; \quad S_o^p = K^{rp} \cdot S_o^r = 0,336 \cdot 0 = 0\%;$$

$$C^p = K^{rp} \cdot C^r = 0,336 \cdot 66,2 = 22,243\%; \quad H^p = K^{rp} \cdot H^r = 0,336 \cdot 6,3 = 2,117\%;$$

$$N^p = K^{rp} \cdot N^r = 0,336 \cdot 0,8 = 0,269\%; \quad O^p = K^{rp} \cdot O^r = 0,336 \cdot 25,4 = 8,534\%.$$

2. По формуле (3.3) рассчитывается низшая удельная теплота сгорания топлива

$$Q_n^p = 338 \cdot C^p + 1025 \cdot H^p - 108,5 \cdot (O^p - S_n^p) - 25 \cdot W^p, \quad \text{где } S_n^p = S_o^p + S_k^p.$$

Для бурого угля:  $S_n^p = 0 + 0,437 = 0,437\%$ ;

$$Q_n^p = 338 \cdot 22,243 + 1025 \cdot 2,117 - 108,5 \cdot (8,534 - 0,437) - 25 \cdot 52 = 7510 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} = 7,5 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}.$$

3. По формуле (3.2) рассчитывается высшая удельная теплота сгорания топлива

$$Q_b^p = Q_n^p + 25,14 \cdot (9 \cdot H^p + W^p).$$

Для бурого угля:  $Q_b^p = 7510 + 25,14 \cdot (9 \cdot 2,117 + 52) = 9296 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$

4. По формулам (3.4) определяются приведённая влажность  $W^{np}$ , зольность  $A^{np}$ , сернистость  $S^{np}$ :

Для бурого угля:

$$W^{np} = \frac{52}{7,5} = 6,93 \frac{\% \text{ кг}}{\text{МДж}}; \quad A^{np} = \frac{14,4}{7,5} = 1,92 \frac{\% \text{ кг}}{\text{МДж}}; \quad S^{np} = \frac{0,437}{7,5} = 0,058 \frac{\% \text{ кг}}{\text{МДж}}.$$

Для каменного угля расчеты аналогичны.

5. Необходимо качественно сравнить характеристики бурого и каменного угля и сделать выводы.

*Часть 2.* Сравнение параметров гомогенного и гетерогенного горения.

Расчеты производятся для топлива 1 (бурый уголь) и 3 (генераторный газ из торфа).

Количество топлива = 5200 м<sup>3</sup>/ч (для газа) и 5200 кг/ч (для бурого угля).

Состав генераторного газа из торфа, %:

CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	CO	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
2,5	0,4	0,1	27,5	15,0	8,5	0,2	45,0

*Рекомендуемый порядок расчета:*

1. Определяется теоретический объем воздуха  $V^o$ , необходимый для сгорания 1 м<sup>3</sup> газообразного и 1 кг твердого топлива:

а) для газа  $V^o$  рассчитывается по формуле (3.9):

$$V^o = 0,0476 \cdot \left( 0,5 \cdot 27,5 + 0,5 \cdot 15 + 1,5 \cdot 0,1 + \left( \left( 1 + \frac{4}{4} \right) \cdot 2,5 + \left( 2 + \frac{4}{4} \right) \cdot 0,4 \right) - 0,2 \right) = 1,3 \frac{\text{М}^3}{\text{М}^3}.$$

б) для бурого угля  $V^o$  рассчитывается по формуле (3.8):

$$V^o = 0,0889 \cdot (22,243 + 0,375 \cdot 0,437) + 0,265 \cdot 2,117 - 0,0333 \cdot 8,534 = 2,267 \frac{\text{М}^3}{\text{кг}}.$$

2. Определение действительного объема воздуха, поступающего в топку:

$$V_B = V^o \cdot a_B, \text{ где } a_B - \text{коэффициент избытка воздуха, берется по табл.}$$

4.1. Примем:  $a_B = 1,06$  (для генераторного газа) и  $a_B = 1,2$  (для бурого угля)

5. для газа:  $V_B = 1,3 \cdot 1,06 = 1,378 \frac{\text{М}^3}{\text{М}^3}$ ; б) для угля:  $V_B = 2,267 \cdot 1,2 = 2,72 \frac{\text{М}^3}{\text{кг}}$ .

3. Определение объема продуктов сгорания  $V_r$ :

$$V_r = V_r^o + (a_B - 1) \cdot V^o = V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^o + V_{\text{H}_2\text{O}}^o + (a_B - 1) \cdot V^o.$$

а. Объем трехатомных газов и теоретический объем азота и водяного пара для газообразного топлива определяются по формулам:

$$V_{\text{RO}_2} = 0,01 \cdot (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \sum m \cdot \text{C}_m \text{H}_n),$$

$$V_{\text{RO}_2} = 0,01 \cdot (8,5 + 27,5 + 0,1 + (1 \cdot 2,5 + 2 \cdot 0,4)) = 0,394 \frac{\text{М}^3}{\text{М}^3},$$

$$V_{\text{N}_2}^o = 0,79 \cdot V^o + 0,01 \cdot \text{N}_2; \quad V_{\text{N}_2}^o = 0,79 \cdot 1,3 + 0,01 \cdot 45 = 1,477 \frac{\text{М}^3}{\text{М}^3},$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^o = 0,01 \cdot (\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 + \sum 0,5 \cdot n \cdot \text{C}_m \text{H}_n) + 0,0161 \cdot V^o,$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^o = 0,01 \cdot (0,1 + 15 + (0,5 \cdot 4 \cdot 2,5 + 0,5 \cdot 4 \cdot 0,4)) + 0,0161 \cdot 1,3 = 0,23 \frac{\text{М}^3}{\text{М}^3},$$

$$V_r = 0,394 + 1,477 + 0,23 + (1,06 - 1) \cdot 1,3 = 2,179 \frac{\text{М}^3}{\text{М}^3}.$$

б. Объем трехатомных газов и теоретический объем азота и водяного пара для бурого угля:

$$V_{\text{RO}_2} = 0,01866 \cdot (\text{C}^p + 0,375 \cdot \text{S}_{\text{л}}^p); \quad V_{\text{RO}_2} = 0,01866 \cdot (22,243 + 0,375 \cdot 0,437) = 0,418 \frac{\text{М}^3}{\text{кг}},$$

$$V_{\text{N}_2}^o = 0,79 \cdot V^o + 0,008 \cdot \text{N}^p; \quad V_{\text{N}_2}^o = 0,79 \cdot 2,267 + 0,008 \cdot 0,269 = 1,812 \frac{\text{М}^3}{\text{кг}},$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^o = 0,111 \cdot \text{H}^p + 0,0124 \cdot \text{W}^p + 0,0161 \cdot V^o,$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^o = 0,111 \cdot 2,117 + 0,0124 \cdot 52 + 0,0161 \cdot 2,267 = 0,916 \frac{\text{М}^3}{\text{кг}},$$

$$V_r = 0,418 + 1,812 + 0,916 + (1,2 - 1) \cdot 2,267 = 3,6 \frac{\text{М}^3}{\text{кг}}.$$

3. Определение расхода воздуха:

$$V_B = a_B \cdot V^o \cdot B, \text{ где } B - \text{количество воздуха.}$$

а) газ:  $V_b = 1,06 \cdot 1,3 \cdot 5200 = 7166 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ ; б) уголь:  $V_b = 1,2 \cdot 2,267 \cdot 5200 = 14146 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$

4. Определение расхода кислорода:  $V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot V_b$

а) генераторный газ из торфа:  $V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot 7166 = 1505 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$

б) бурый уголь:  $V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot 14146 = 2971 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$

### Пример выполнения расчетной работы 2

Исходные данные для расчета берутся из табл.4.2. Пусть задано:  $p_0 = 10 \text{ МПа}$ ,  $t_0 = 510 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $p_k = 4 \text{ кПа}$ ,  $\eta_{oi} = 0,85$ .

*Рекомендуемый порядок расчета:*

1. По известным  $p_0$  и  $t_0$  по  $h$ ,  $s$ -диаграмме или по таблицам термодинамических свойств воды и водяного пара находятся параметры состояния пара в начальной точке 0 (рис. 4.1):  $h_0 = 3400 \text{ кДж/кг}$ ,  $v_0 = 0,033 \text{ м}^3/\text{кг}$ ,  $s_0 = 6,63 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ,  $t_{s0} = 311 \text{ }^\circ\text{C}$ . (Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара и  $h$ ,  $s$ -диаграмму в электронном виде выдает преподаватель).

В точке  $1t$  пересечения адиабаты расширения пара в турбине и линии  $p_k = 4 \text{ кПа} = \text{const}$  находятся параметры, характеризующие состояние отработавшего пара:  $h_{1t} = 2000 \text{ кДж/кг}$ ,  $v_{1t} = 26,8 \text{ м}^3/\text{кг}$ ,  $s_{1t} = s_0 = 6,63 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ,  $x_{1t} = 0,77$ . Отрезок  $0-1t$  в определённом масштабе даёт располагаемый теплоперепад турбины  $H_0 = h_0 - h_{1t} = 3400 - 2000 = 1400 \text{ кДж/кг}$ .

Параметры конденсата на выходе из конденсатора находятся по давлению  $p_k = 4 \text{ кПа}$ . Температура насыщения  $t_s$  определяется в точке  $1'$  пересечения изобары  $p_k = 4 \text{ кПа} = \text{const}$  и верхней пограничной кривой ( $x = 1$ ). Значение изотермы, проходящей через точку  $1'$ , определяет  $t_s = 29 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Энтальпия конденсата  $h'_{1t} = c_{vt} t_s = 4,19 \cdot 29 = 121,4 \text{ кДж/кг}$ .  $c_v$  – теплоемкость воды

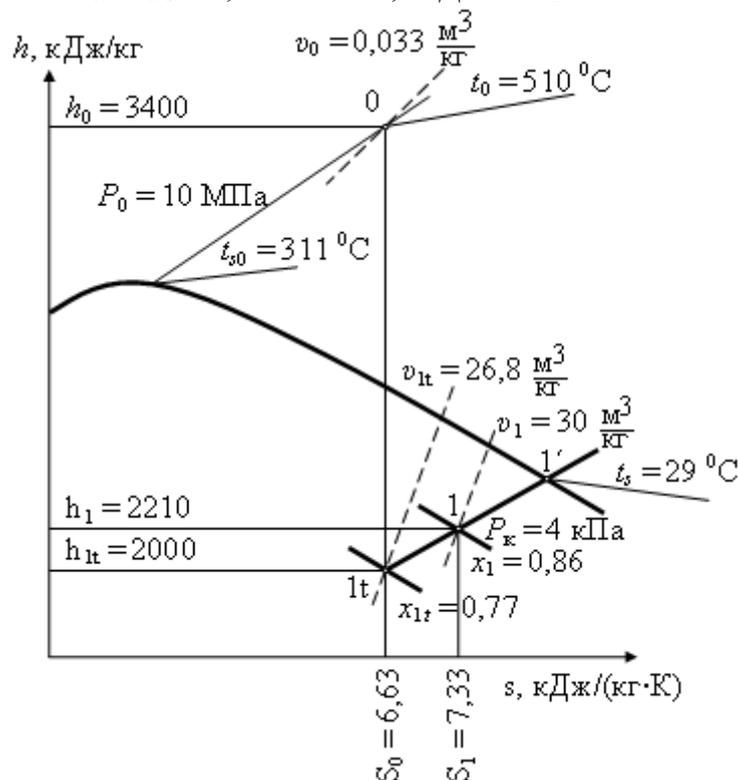


Рис. 4.1. Определение параметров состояния пара по  $h$ ,  $s$  - диаграмме

Более точные значения  $t_{s1}$  и  $h'_{1t}$  находятся по таблицам.

Параметры пара, отвечающие действительному циклу, находятся в точке I пересечения линий  $h_1 = h_0 - H_0 \cdot \eta_{oi} = 3400 - 1400 \cdot 0,85 = 2210$  кДж/кг и  $p_k = 4$  кПа = const. Для этого состояния определяем:  $x_1 = 0,86$ ;  $s_1 = 7,33$  кДж/(кг·К);  $v_1 = 30$  м<sup>3</sup>/кг.

2. Термический КПД теоретического цикла Ренкина:

$$\eta_t^p = (h_0 - h_{1t}) / (h_0 - h'_{1t}) = (3400 - 2000) / (3400 - 121,4) = 0,423.$$

3. Удельный расход пара на 1 кВт·ч:

$$d_0 = 3600 / (h_0 - h_{1t}) = 3600 / (3400 - 2000) = 2,57 \text{ кг} / (\text{кВт} \cdot \text{ч}) .$$

4. Удельный расход теплоты:

$$q_0 = 1 / \eta_t = d_0 (h_0 - h'_{1t}) = 2,57 (3400 - 121,4) = 8426 \text{ кДж} / (\text{кВт} \cdot \text{ч}) .$$

5. Количество подведённой теплоты в котле:

$$q_1 = h_0 - h'_{1t} = 3400 - 121,4 = 3278,6 \text{ кДж} / \text{кг} .$$

6. Количество отведённой теплоты в конденсаторе:

$$q_2 = h_{1t} - h'_{1t} = 2000 - 121,4 = 1876,6 \text{ кДж} / \text{кг} .$$

*Ответ:*  $\eta_t^p = 0,423$ ;  $d_0 = 2,57$  кг/(кВт·ч);  $q_0 = 8426$  кДж/(кВт·ч);  
 $q_1 = 3276,6$  кДж/кг;  $q_2 = 1876,6$  кДж/кг.

6. Полученные результаты расчётов анализируются. Необходимо показать целесообразность применения пара высоких параметров, а также выявить влияние на экономичность начального  $p_0$  и конечного  $p_k$  давлений пара и начальной температуры  $t_0$ .

### Пример выполнения расчетной работы 3

Исходные данные для расчета (табл. 4.3): вид топлива; паропроизводительность котельной установки  $G_0$ , т/ч при давлении перегретого пара  $p_{пе}$ , МПа; температура перегретого пара  $t_{пе}$ , °С; температура питательной воды  $t_{пв}$ , °С; потери теплоты: с уходящими газами  $q_2$ , %; от химического недожога  $q_3$ , %; от механического недожога  $q_4$ , %; в окружающую среду  $q_5$ , %, с физической теплотой шлаков  $q_6$ , %; доля на собственные нужды котла  $\Delta\eta_c$ , %.

Приведем пример выполнения лабораторной работы при следующих исходных данных:  $G_0 = 500$  т/ч;  $p_{пе} = 14$  МПа;  $t_{пе} = 560$  °С;  $t_{пв} = 215$  °С;  $q_2 = 6$  %;  $q_3 = 0,5$  %;  $q_4 = 1$  %;  $q_5 = 0,4$  %;  $q_6 = 0,1$  %;  $\Delta\eta_c = 4$  %; топливо – каменный уголь

*Рекомендуемый порядок расчета:*

1. Определяется низшая удельная теплота сгорания заданного топлива  $Q_H^p$ , кДж/кг. (Следует воспользоваться рекомендациями лабораторной работы 1).  $Q_H^p = 27,4$  МДж/кг – для каменного угля.

2. Находятся суммарные потери теплоты в парогенераторе:

$$\sum_{n=2}^{n=6} q_n = (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) = (6 + 0,5 + 1 + 0,4 + 0,1) = 8 \text{ \%} .$$

3. Определяется доля полезно используемой теплоты:

$$q_1 = \left( 100 - \sum_{n=2}^{n=6} q_n \right) = (100 - 8) = 92 \text{ \%} .$$

4. Составляется тепловой баланс котельной установки на 1 кг топлива:

- полезно используемая теплота

$$Q_1 = \frac{q_1}{100} \cdot Q_H^p = \frac{92}{100} \cdot 27400 = 25208 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} ;$$

- часть теплотворной способности топлива, теряемая с уходящими газами,

$$Q_2 = \frac{q_2}{100} \cdot Q_H^P = \frac{6}{100} \cdot 27400 = 1644,0 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

- часть теплотворной способности топлива, теряемой с химическим недожогом,

$$Q_3 = \frac{q_3}{100} \cdot Q_H^P = \frac{0,5}{100} \cdot 27400 = 137,0 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

-то же, в связи с механическим недожогом

$$Q_4 = \frac{q_4}{100} \cdot Q_H^P = \frac{1}{100} \cdot 27400 = 274,0 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

-то же, в связи с отдачей теплоты в окружающую среду

$$Q_5 = \frac{q_5}{100} \cdot Q_H^P = \frac{0,4}{100} \cdot 27400 = 109,6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

-то же, в связи с физической теплотой шлаков:

$$Q_6 = \frac{q_6}{100} \cdot Q_H^P = \frac{0,1}{100} \cdot 27400 = 27,4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

По полученным данным следует составить диаграмму теплового баланса (рис. 4.2).

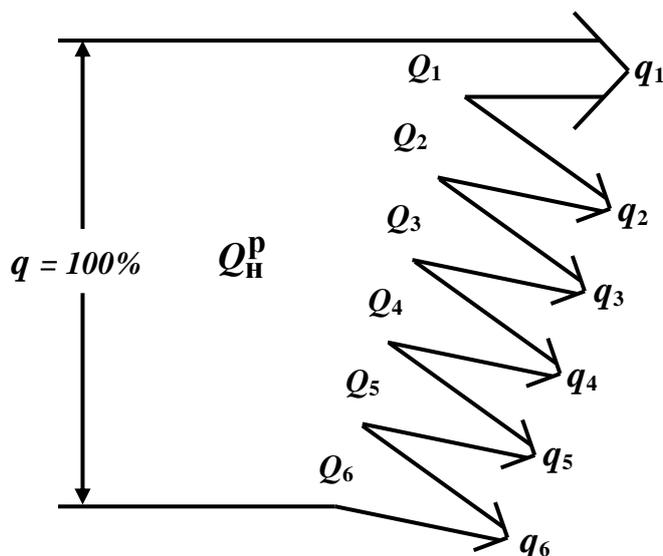


Рис. 4.2. Энергетическая диаграмма котла

5. Определяется КПДбрутто и КПД нетто котла:

$$\eta_k^{\text{бп}} = Q_1 / Q_H^P; \quad \eta_k^{\text{бп}} = 25208 / 27400 = 0,92.$$

$$\eta_k^{\text{н}} = \eta_k^{\text{бп}} - \Delta\eta_c; \quad \eta_k^{\text{н}} = 0,92 - 0,04 = 0,88.$$

6. Рассчитывается расход натурального топлива, кг/с:

$$B = (G_o (h_{ГП} - h_{ГВ})) / (Q_P^P \cdot \eta_k^{\text{бп}}) =$$

$$= (500 \cdot (3490 - 920,6)) / (27400 \cdot 0,92) = 50,96 \frac{\text{т}}{\text{ч}} = 14,27 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Энтальпия пара  $h_{пе}$  и питательной воды  $h_{пв}$  находится по  $h, s$  – диаграмме или по таблицам термодинамических свойств воды и водяного пара. ( $h, s$  – диаграмму и таблицы получить у преподавателя).

$$h_{пе} = 3490 \text{ кДж/кг}, \quad h_{пв} = 920,6 \text{ кДж/кг}$$

7. Рассчитывается расход условного топлива, кг/с:

$$B_{усл} = BQ_H^P / 29,3; \quad B_{усл} = 14,27 \cdot 27400 / 29300 = 13,34 \text{ кг/с} = 48,0 \text{ т/ч}$$

Результаты расчета следует свести в таблицу:

$Q_H^P$	$Q_1$	$\eta_{к}^{бр}$	$\eta_{к}^H$	$B_{усл}$	$B_{нат}$
МДж/кг	кДж/кг	%	%	т/ч	т/ч
27,4	25208	92	88	48,0	50,96

Необходимо сделать выводы по тепловому режиму котельной установки.

## 11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе аттестации по дисциплине

Форма проведения аттестации по дисциплине – зачёт с оценкой: в форме устного зачёта для обучающихся очной формы и заочной формы.

### Перечень вопросов к зачёту с оценкой по дисциплине Б1.В.ОД.1 «Общая энергетика»

1. Назначение курса «Общая энергетика». Основные понятия и определения.
2. Классификация и характеристики органического топлива.
3. Твердое топливо: состав; пересчет на рабочую массу; расчет низшей удельной теплоты сгорания.
4. Газообразное топливо: состав; расчет низшей удельной теплоты сгорания.
5. Нефтяное топливо. Характеристики. Область применения. Запасы.
6. Природный газ. Характеристики. Область применения. Запасы.
7. Уголь. Характеристики. Область применения. Запасы.
8. Синтетическое топливо. Принципы получения синтетического газа. Метод Фишера-Тропша.
9. Горение органического топлива. Стехиометрические соотношения масс элементов топлива. Определение расхода воздуха, необходимого для сгорания 1кг и 1м<sup>3</sup> топлива.
10. Дымовые газы. Определение состава и объема продуктов сгорания твердого и газообразного топлива.
11. Ядерное топливо. Характеристики. Область применения. Запасы.
12. Ядерное деление. Производства ядерного топливного цикла.
13. Термоядерный синтез.
14. Геофизическая энергия (солнечная, гидроэнергия, ветра, геотермальная). Характеристики. Область применения. Ресурсы.
15. Основные понятия технической термодинамики: термодинамическая система, параметры состояния, равновесное состояние; первый закон термодинамики.
16. Второй закон термодинамики: основные положения, формулировки. Энтропия. Цикл и теоремы Карно.
17. Термодинамические процессы. Первый закон термодинамики для потока. Энтальпия.
18. Уравнения состояния реального газа.

19. Понятие о водяном паре. Основные термодинамические процессы пара в  $h, s$ -диаграмме.
20. Теоретические основы преобразования энергии в тепловых двигателях.
21. Циклы Ренкина на насыщенном и перегретом паре.
22. Циклы Отто, Дизеля, Тринклера.
23. Термодинамические циклы газотурбинных установок.
24. Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение.
25. Теплопередача через плоскую стенку.
26. Типы и расчет теплообменных аппаратов.
27. Паровые турбины.
28. Конденсационная электростанция (КЭС). Принципиальная схема. Особенности. КПД. Тепловой баланс.
29. Системы водоснабжения КЭС. Система оборотного водоснабжения с градирней. Конденсаторы.
30. Газовоздушный тракт КЭС
31. Экономичность работы КЭС.
32. Теплоэлектроцентраль. Принципиальная схема. Особенности. КПД. Тепловой баланс.
33. Котельные установки. Назначение. Принципиальная схема.
34. Основные схемы получения пара в котлах.
35. Тепловой баланс и КПД котла.
36. Водоподготовка и водный режим котлов.
37. Газотурбинные установки. Назначение. Принципиальная схема. Особенности. КПД.
38. Парогазовые установки. Назначение. Принципиальная схема. Особенности. КПД.
39. Воздействие ТЭС на окружающую среду.
40. Атомная электростанция. Принципиальная схема двухконтурной АЭС. Особенности. КПД.
41. Принципиальные схемы АЭС: одно-, двух- и трехконтурные.
42. Типы ядерных реакторов: РБМК, ВВЭР (характеристики, схема).
43. Ядерные реакторы на быстрых нейтронах (характеристики, схема).
44. Воздействие АЭС на окружающую среду.
45. Типы гидроэнергетических установок: ГЭС, ГАЭС, ПЭС, насосные станции.
46. Основные характеристики ГЭС: напор, расход воды, мощность, КПД.
47. Схемы использования водной энергии.
48. Гидравлические турбины.
49. Кавитация.
50. Каскадное и комплексное использование гидроресурсов.
51. Регулирование речного стока.
52. Нетрадиционные источники электроэнергии. Малая энергетика.
53. Солнечные энергоустановки
54. Геотермальные установки
55. Мини и микро ГЭС. Волновые установки
56. Когенерационные установки. Мини ТЭС
57. Топливные элементы: классификация принцип действия. Схема электростанции на топливных элементах.
58. Ветроэнергетические установки.
59. Термоэлектрические генераторы. Термоэмиссионное преобразование энергии.
60. Сравнительные характеристики накопителей энергии.
61. Механические накопители энергии: ГАЭС, ВАЭС, инерционные. Принципиальные схемы
62. Химические системы аккумулирования энергии. Принципиальные схемы.
63. Тепловые накопители. Схемы работы теплоаккумулирующих установок.

64. Электромагнитные накопители: емкостные, индукционные. Принципиальные схемы.

**Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

Компьютерное тестирование не предусмотрено.