

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

Должность: Директор

образования

Дата подписания: 25.11.2021 17:46:52

«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Уникальный программный ключ:

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

f45eb7c44954саас05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96acbd9b4bca094af8dca1b7031

Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06.01 Общая энергетика**

для программы бакалавриата


по направлению подготовки:

13.03.02.Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электрооборудование и электрохозяйство предприятий организаций и учреждений

Форма обучения: очная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: [kamilshabo@rambler.ru](mailto:kamilshabo@rambler.ru)

<p>РЕКОМЕНДОВАНО Представитель кафедры «ЭПиАПП» _____ / Н.В. Дик / _____ Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____</p> <p> / М.А. Мусакаев / протокол № 7 от «10» 04 2020 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО Представитель кафедры «ЭПиАПП» _____ / Н.В. Дик / _____ Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____</p> <p>_____ / М.А. Мусакаев / протокол № 7 от «13» 04 2020 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО _____ / С.Р. Санникова</p> <p>«24» 04 2020 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП</p> <p>Председатель УМС _____ / Л.А. Яковлева протокол УМС № 6 от «26» 04 2020 г.</p>		<p>Зав. библиотекой</p> <p>_____ / И.Ю. Зангеева «24» 04 2020 г.</p>

Нерюнгри 2020

**1. Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.06.01 Общая энергетика**  
Трудоёмкость 3 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование знаний о видах природных источников энергии и способах преобразования их в электрическую и тепловую энергию.

Задачей изучения дисциплины является освоение обучающимися основных типов энергетических установок и способов получения тепловой и электрической энергии на базе возобновляемых и невозобновляемых источников энергии.

**Краткое содержание дисциплины:** Курс направлен на получение студентами представления о всех видах электростанций, работающих на базе различных энергетических ресурсов, об основных, происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления энергии, о принципах работы и конструктивном выполнении энергетических установок, о современном состоянии и перспективах развития традиционной и возобновляемой энергетики.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1.1 Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; ПК-1.3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; ПК-1.4 Владеет методами обеспечения требуемых режимов и параметров технологического процесса по заданной	<i>знать:</i> основные виды энергоресурсов, способы преобразования их в электрическую и тепловую энергию, основные типы энергетических установок; <i>уметь:</i> использовать методы оценки основных видов энергоресурсов и преобразования их в электрическую и тепловую энергию; владеть навыками анализа технологических схем производства электрической и тепловой энергии. <i>владеть:</i> понятийным аппаратом, классификации типов электростанций и их основного оборудования; владеть методикой построения графической энтропрантацией циклов технологического процесса выработки электрической и тепловой энергии; владеть методикой предварительного расчета параметров оборудования и составляющих преобразования энергии.

**1.3. Место дисциплины структуре образовательной программы**

Индекс	Наименование дисциплины (модуля) практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.06.01	Общая энергетика	5	Б1.О.18 Теоретические основы электротехники, Б1.О.20 Электрические машины.	Б1.В.06 Электроэнергетика Б2.В. Производственные практики

**1.4. Язык преподавания русский**

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана (гр. БП-ЭО-20):

<b>Код и название дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.В.06.01 Общая энергетика</b>	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	6	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	108	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	37	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	17	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	17	-
- лабораторные работы	-	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	3	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	71	
<b>№3. Количество часов на зачет</b>	-	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Основы термодинамики	26	5	-	5	-	-	-	-	-	1	15(ПР)
Энергетическое топливо	38	6	-	6	-	-	-	-	-	1	15(ПР) 10(РГР)
Электрические станции различных типов	44	6	-	6	-	-	-	-	-	1	15(ПР) 16(РГР)
<b>Зачет</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Всего часов за семестр</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>71</b>

Примечание: ПР - подготовка к практическим работам, РГР – расчетно-графическая работа.

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

№	Раздел дисциплины
<b>1</b>	<b>Организация учебного процесса в ВУЗе</b>
1.1	Федеральный государственный образовательный стандарт ВО. Учебный план. Квалификационная характеристика выпускника. Требования к уровню подготовки выпускника по профилю. Профессионально-личностная модель выпускника института.
1.2	Общая характеристика курса дисциплины. Роль бакалавра в современном обществе и в перспективе.
<b>2</b>	<b>Область профессиональной деятельности выпускника</b>
2.1	Гидроэнергетические установки. Основы использования водной энергии, гидрология рек, работа водного потока. Схемы концентрации напора, водохранилища и характеристики бьефов ГЭС. Гидротехнические сооружения ГЭС.
2.2	Энергетическая система, графики нагрузки, роль гидроэнергетических установок в формировании и функционировании ЕЭС России. Регулирование речного стока водохранилищами ГЭС. Основное энергетическое оборудование гидроэнергетических установок: гидравлические турбины и гидрогенераторы. Управление агрегатами ГЭС.
2.3	Нетрадиционные источники энергии. Нетрадиционные возобновляемые энергоресурсы. Малая гидроэнергетика, солнечная, ветровая, волновая, приливная и геотермальная энерге-

	тика, биоэнергетика. Источники энергопотенциала. Основные типы энергоустановок на базе нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) и их основные энергетические, экономические и экологические характеристики.
2.4	Методы расчета энергоресурсов основных видов НВИЭ. Накопители энергии. Использование низкопотенциальных источников энергии. Энергосберегающие технологии. Перспективы использования НВИЭ.
2.5	Тепловые и атомные электростанции. Типы тепловых и атомных электростанций. Теоретические основы преобразования энергии в тепловых двигателях.
2.6	Паровые котлы и их схемы. Ядерные энергетические установки, типы ядерных реакторов. Паровые турбины. Энергетический баланс тепловых и атомных электростанций. Тепловые схемы ТЭС и АЭС. Вспомогательные установки и сооружения тепловых и атомных электростанций.

### 3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

*Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

Раздел	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Электростанции различных типов	5	Лекции с использованием мультимедийных технологий при изучении тем «Тепловые электрические станции», «Атомные электрические станции», «Возобновляемая энергетика»	2
<b>Всего:</b>			<b>2</b>

### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup>

обучающихся по дисциплине

**Содержание СРС**

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Основы термодинамики	Выполнение ПР	15	Анализ теоретического материала, выполнение ПР (внеауд.СРС)
2	Энергетическое топливо	Выполнение ПР Выполнение РГР	15 10	Анализ теоретического материала, выполнение ПР, РГР (внеауд.СРС)
3	Электрические станции различных типов	Выполнение ПР Выполнение РГР	15 16	Анализ теоретического материала, выполнение ПР, РГР (внеауд.СРС)
	<b>Зачет</b>			
	Всего часов		71	

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

## Расчетно-графическая работа

**Часть №1:** «Основные термодинамические процессы. Расчет параметров рабочих тел»

**Задание 1:** Воздух, имеющий начальное давление  $P_1=0,1$  МПа и температуру  $t_1=20^\circ\text{C}$ , сжимается в одноступенчатом поршневом компрессоре до давления  $P_2$ . Сжатие может быть изотермическим, адиабатным и политропным с показателем политропы  $n$ . Определить для каждого процесса сжатия все начальные и конечные параметры воздуха, считая его идеальным газом; отведенную от воздуха теплоту  $Q$ , кВт и теоретическую мощность привода компрессора  $N$ , кВт, если производительность компрессора  $G$ , кг/с. Дать сводную таблицу и изображение процессов сжатия в  $pV$ - и  $Ts$ -диаграммах.

**Варианты:**

Таблица 1

Последняя цифра шифра	$n$	Предпоследняя цифра шифра	$P_2$ , МПа	$G$ , кг/с
0	1,10	0	0,8	0,1
1	1,12	1	0,9	0,2
2	1,14	2	1,0	0,3
3	1,16	3	1,1	0,4
4	1,18	4	1,2	0,5
5	1,20	5	1,3	0,6
6	1,22	6	1,4	0,7
7	1,24	7	1,5	0,8
8	1,26	8	1,6	0,9
9	1,28	9	1,7	1,0

**Задание 2:** Рассчитать теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания (ДВС), считая, что рабочим телом является воздух с начальными параметрами  $P_1=0,1$  МПа,  $t_1=20^\circ\text{C}$ . Определить основные параметры рабочего тела  $P$ ,  $V$ ,  $T$  во всех точках цикла, изменение внутренней энергии  $\Delta U$ , энтальпии  $\Delta h$ , энтропии  $\Delta S$  для всех процессов и для цикла; теплоту и работу для процессов и для цикла, а также термический КПД цикла. Дать сводную таблицу и изобразить цикл в  $PV$ - и  $TS$ -диаграммах.

**Варианты:**

Таблица 2

Последняя цифра шифра	Цикл	Степень сжатия, $\epsilon$	Предпоследняя цифра шифра	Степень повышения давления, $\lambda$	Степень предварительного расширения, $\rho$
0	Отто *)	8	0	2,4	2,1
1		9	1	2,3	2,0
2		10	2	2,2	1,9
3	Дизеля **)	16	3	2,1	1,8
4		17	4	2,0	1,7
5		18	5	1,9	1,6
6	Тринклера-Сабатэ	12	6	1,8	1,5
7		13	7	1,7	1,4
8		14	8	1,6	1,3
9		15	9	1,5	1,2

Примечание: независимо от исходных данных принимать \*)  $\rho=1$  для циклов с изохорным подводом теплоты (цикл Отто) и \*\*)  $\lambda=1$  для циклов с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля).

**Задание 3:** Определить эффективную мощность  $N_e$  газотурбинной установки (ГТУ) без регенерации теплоты и ее эффективный КПД по заданной степени повышения давления  $\beta = P_2 / P_1$ , известным адиабатным КПД турбины  $\eta_T$  и компрессора  $\eta_K$ , температуре воздуха перед компрессором  $t_1$ , температуре газа перед турбиной  $t_3$  и по расходу воздуха через ГТУ  $G_{ВОЗ}$ . Изобразить цикл ГТУ в PV- и TS- диаграммах. Показать, как зависит термический КПД ГТУ от степени повышения давления  $\beta$ .

**Варианты:**

Таблица 3

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$\beta$	Предпоследняя цифра шифра	$\eta_K$	$\eta_T$	$G_{ВОЗ}, \text{ кг/с}$
0	30	850	7,2	0	0,82	0,89	57
1	27	830	9,0	1	0,81	0,88	55
2	24	880	8,8	2	0,79	0,85	52
3	20	900	8,5	3	0,82	0,87	50
4	17	920	8,2	4	0,81	0,86	48
5	14	860	8,0	5	0,80	0,84	45
6	12	840	7,5	6	0,79	0,82	42
7	10	820	7,0	7	0,78	0,86	40
8	7	800	6,5	8	0,77	0,83	38
9	6	780	6,2	9	0,76	0,85	35

**Задание 4:** Определить термический КПД цикла Ренкина и эффективную мощность паротурбинной установки (ПТУ) по заданным начальному давлению  $P_1$  и температуре перегретого пара перед турбиной  $t_1$ ; конечному давлению в конденсаторе  $P_2$ , расходу пара через турбину  $D$ , внутренним относительным КПД турбины  $\eta_T$  и питательного насоса  $\eta_H$ . Изобразить цикл Ренкина в TS – диаграмме, а процессы сжатия воды в питательном насосе и расширения пара в турбине – в hS – диаграмме. Механический КПД ПТУ принять равным  $\eta_M=0,98$ .

**Варианты:**

Таблица 4

Последняя цифра шифра	$P_1, \text{ МПа}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$\eta_T$	Предпоследняя цифра шифра	$P_2, \text{ кПа}$	$D, \text{ кг/с}$	$\eta_H$
0	10,0	500	0,80	0	3,0	50	0,70
1	10,5	510	0,81	1	3,5	100	0,71
2	11,0	520	0,82	2	4,0	150	0,72
3	11,5	530	0,83	3	4,5	200	0,73
4	12,0	540	0,84	4	5,0	50	0,74
5	12,5	550	0,85	5	3,0	100	0,75
6	13,0	560	0,86	6	3,5	150	0,76
7	13,5	570	0,87	7	4,0	200	0,77
8	14,0	580	0,88	8	4,5	50	0,78
9	14,5	590	0,89	9	5,0	100	0,79

**Часть №2:** «Состав топлива. Тепловой баланс и КПД котлоагрегата».

**Задание 1:** Задано топливо и паропроизводительность котлоагрегата  $D$ . Определить состав топлива по рабочей массе и его низшую теплоту сгорания, способ сжигания топлива, тип топки, значение коэффициента избытка воздуха в топке  $\alpha_T$  и в уходящих из топки газах  $\alpha_{УХ}$  по величине присоса воздуха по газовому тракту  $\Delta\alpha$ ; найти теоретически необходимое количество воздуха  $V_0$  для сгорания  $1\text{ кг}$  ( $1\text{ м}^3$ ) топлива и объемы продуктов сгорания при  $\alpha_{УХ}$ , а

также энтальпию уходящих газов  $I_{yx}$  при заданной температуре уходящих газов  $t_{yx}$  и их вла-госодержании  $d_{yx}$ .

**Варианты:**

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Вид топлива	Предпоследняя цифра шифра	D, Т/ч	$\Delta\alpha$	$t_{yx}$ , °С
0	Кузнецкий уголь Г (каменный, газовый)	0	160	0,15	130
1	Мазут малосернистый	1	20	0,16	130
2	Газ из газопровода “Средняя Азия - Центр”	2	10	0,18	130
3	Челябинский уголь БЗ (бурый)	3	120	0,20	140
4	Мазут сернистый	4	25	0,22	140
5	Газ из газопровода “Бухара – Урал”	5	15	0,24	140
6	Канско–Ачинский уголь Б2 (бурый)	6	80	0,26	150
7	Мазут высокосернистый	7	30	0,28	150
8	Газ из газопровода “Саратов – Москва”	8	20	0,30	150
9	Экибастузский уголь СС (бурый, слабоспекающийся)	9	30	0,32	160

**Задание 2:** Для условий задачи 1 определить потерю теплоты с уходящими газами  $q_2$ , составить тепловой баланс котельного агрегата и определить его КПД брутто. Определить расход натурального В и условного  $V_y$  топлив, испарительность натурального топлива. Давление пара в котле  $P_1$ , температуры перегретого пара  $t_1$  и питательной воды  $t_{пв}$  взять в соответствии с вариантом.

**Варианты:**

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	°С		Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	°С	
		$t_1$	$t_{пв}$			$t_1$	$t_{пв}$
0	240	560	225	5	60	535	200
1	140	555	220	6	40	530	195
2	120	550	215	7	50	525	190
3	100	545	210	8	70	520	185
4	80	540	205	9	90	515	180

**Критерии оценки:**

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- РГР сдана в срок,</li> <li>- оформление соответствует требованиям ГОСТ,</li> <li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,</li> <li>- практическое задание решено правильно, с обоснованием применяемых теоретических положений и сопровождается необходимым анализом и интерпретацией полученных результатов;</li> <li>- теоретическая взаимосвязь с практической частью освещена в полном объеме, глубоко, с использованием различных источников научно-технической информации.</li> </ul>	22-25/ 13-15 баллов отлично



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- при защите указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, четко обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений</li> <li>- на вопросы даются полные исчерпывающие обоснованные ответы</li> </ul>	
	<p>РГР сдана в срок,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформление соответствует требованиям ГОСТ,</li> <li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,</li> <li>- в практической части задания имеются отдельные недостатки, не влияющие на окончательный результат исследования;</li> <li>- при освещении теоретической взаимосвязи с практической частью был использован только один источник научной информации, но вопрос освещен в целом правильно;</li> <li>- четко обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений</li> <li>- на вопросы даются обоснованные ответы, допускаются незначительные недочеты</li> </ul>	<p>16-21/ 10-12 баллов хорошо</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- РГР сдана в срок,</li> <li>- оформление соответствует требованиям,</li> <li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал,</li> <li>- практическое задание выполнено со значительными ошибками</li> <li>- не в полном объеме освещена теоретическая взаимосвязь с практической частью, поверхностное обоснование без примеров и необходимых обобщений;</li> <li>- при защите прослеживается не четкая последовательность, не совсем верно с затруднениями обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- допускаются неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя</li> <li>- ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности</li> <li>- в схемах допущены неточности</li> </ul>	<p>10-15/ 8-9 баллов удовлетворительно</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оформление не соответствует требованиям,</li> <li>- список литературы содержит справочный материал,</li> <li>- неуверенность в применении справочной литературы,</li> <li>- не выполнены требования на оценку «удовлетворительно»</li> <li>- отсутствует выполнение большей части задания или неверность решения.</li> <li>- при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки,</li> <li>- не верно обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- изложение основных аспектов несвязно,</li> <li>- отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения,</li> <li>- структура расчетов не соответствует содержанию,</li> <li>- на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы,</li> <li>- в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно</li> <li>- ответы на наводящие вопросы не верные.</li> </ul>	<p>менее 10/ 8 баллов неудовлетворительно</p>

**Тестовые задания по курсу дисциплины**  
**Пример по разделу**  
**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**  
**(термодинамика, циклы)**

1. Дополните  
### закон термодинамики - закон превращения и сохранения энергии
2. Дополните  
### закон термодинамики - устанавливает условия протекания и направленность макроскопических процессов в системах, состоящих из большого количества частиц
3. Дополните

### состоянием - называется состояние тела, при котором во всех его точках объема  $P$ ,  $v$  и  $T$  и все другие физические свойства одинаковы.

4. Дополните

### - одна из физических величин, характеризующих тепловое состояние тела или системы тел. В открытых системах данная величина может понижаться за счет увеличения ее во внешней среде

5. Дополните

### - вещество в твердом, жидком или газообразном состоянии, обладающее энергией, которая может быть превращена в используемый вид энергии.

6. Дополните

### - источники энергии, образующиеся на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе, а также жизненном цикле растительного и животного мира и жизнедеятельности человеческого общества.

7. Дополните

### - комплекс взаимосвязанных систем (от добычи и производства энергетических ресурсов до конечного потребления энергии), состоящих из энергетических объектов, объединенных для обеспечения потребителей всеми видами энергии.

8. Отметьте правильный ответ

Уравнение первого закона термодинамики имеет следующий вид:

$Q = (U_2 - U_1) + L$

$Q = (U_2 + U_1) + L$

$Q = (U_2 - U_1) + L$

$Q = (U_2 + U_1) - L$

9. Дополните

### - это газ, у которого отсутствуют силы взаимного притяжения и отталкивания между молекулами и размеры молекул не учитываются

10. Отметьте правильный ответ

Уравнение состояния идеального газа:

$P \cdot v = R \cdot T$

$P/v = R \cdot T$

$P \cdot T = R \cdot v$

$P \cdot v = R \cdot T$

11. Задание на установление соответствия

Энтропию можно определить, как функцию основных параметров состояния:

<p>1. Если энтропия системы возрастает (<math>\Delta s &gt; 0</math>)</p> <p>2. Если энтропия системы уменьшается (<math>\Delta s &lt; 0</math>)</p> <p>3. Если энтропия системы не изменяется (<math>\Delta s = 0, s = \text{Const}</math>),</p>	<p>то системе отводится тепло</p> <p>то системе не подводится и не отводится тепло (адиабатный процесс).</p> <p>то системе подводится тепло</p>
---	---

8. Задание на установление порядка

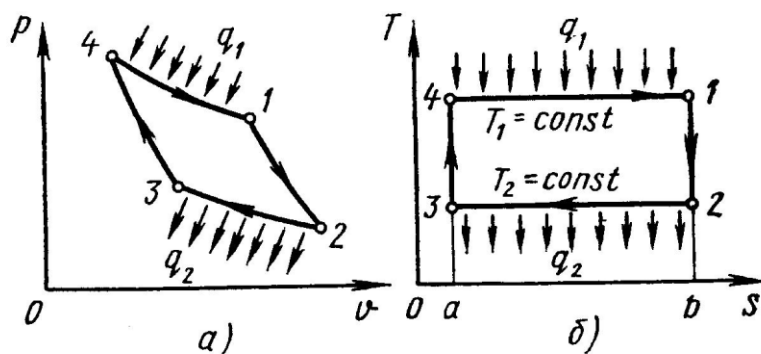


Рис. 3.1. Обратимый цикл Карно в  $p, v$ - (а) и  $T, s$ - (б) диаграммах

1-2	1. Изотермическое сжатие, отвод теплоты $q_2$ к холодному источнику от рабочего тела
2-3	
3-4	2. Обратимое адиабатное расширение при $s_1 = \text{Const}$ . Температура уменьшается от $T_1$ до $T_2$ .
4-1	3. Изотермическое расширение, подвод теплоты $q_1$ к горячего источника к рабочему телу. 4. Обратимое адиабатное сжатие при $s_2 = \text{Const}$ . Температура повышается от $T_3$ до $T_4$ .

12. Дополните

### – устройство, в котором при перемещении газа по каналу происходит его расширение с уменьшением давления и увеличением скорости.

13. Дополните

### - устройство, в канале которого происходит сжатие рабочего тела с увеличением его давления и уменьшением скорости.

14. Дополните

### - явление, при котором пар или газ переходит с высокого давления на низкое без совершения внешней работы и без подвода или отвода теплоты.

15. Дополните

### - процесс перехода твердого вещества непосредственно в пар

16. Отметьте правильный ответ

Термический к.п.д. цикла Ренкина определяется по уравнению:

$\eta_t = (q_1 - q_2)/q_2$

$\eta_t = (q_1 - q_2)/q_1$

$\eta_t = (q_1 + q_2)/q_1$

$\eta_t = (q_1 - q_2) \cdot q_1$

17. Дополните

### – процесс передачи теплоты, происходящий при непосредственном контакте тел или частицами тел с различными температурами и представляет собой молекулярный процесс передачи теплоты.

18. Дополните

### – это перенос теплоты при перемещении и перемешивании всей массы неравномерно нагретых жидкости или газа.

19. Дополните

### - одновременный перенос теплоты конвекцией и теплопроводностью.

20. Дополните

### - называется передача теплоты от горячего теплоносителя к холодному теплоносителю через стенку, разделяющую эти теплоносители.

### Критерии оценки теста:

№ п/п	Процент выполненных заданий	Буквенный эквивалент (оценка)	баллы
1	95-100	A(5)	40
2	85-94,9	B(5)	34
3	75-84,9	C(4)	30
4	65-74,9	D(4)	26
5	55-64,9	E(3)	22
6	25-54,9	FX(2)	0

## Комплект заданий для практических работ по разделу «Основы термодинамики»

### Тема №1: «Основные термодинамические процессы. Расчет параметров рабочих тел»

**Задание 1:** Воздух, имеющий начальное давление  $P_1=0,1$  МПа и температуру  $t_1=20^\circ\text{C}$ , сжимается в одноступенчатом поршневом компрессоре до давления  $P_2$ . Сжатие может быть изотермическим, адиабатным и политропным с показателем политропы  $n$ . Определить для каждого процесса сжатия все начальные и конечные параметры воздуха, считая его идеальным газом; отведенную от воздуха теплоту  $Q$ , кВт и теоретическую мощность привода компрессора  $N$ , кВт, если производительность компрессора  $G$ , кг/с. Дать сводную таблицу и изображение процессов сжатия в  $pV$ - и  $TS$ -диаграммах.

#### Варианты:

Таблица 1

Последняя цифра шифра	$n$	Предпоследняя цифра шифра	$P_2$ , МПа	$G$ , кг/с
0	1,10	0	0,8	0,1
1	1,12	1	0,9	0,2
2	1,14	2	1,0	0,3
3	1,16	3	1,1	0,4
4	1,18	4	1,2	0,5
5	1,20	5	1,3	0,6
6	1,22	6	1,4	0,7
7	1,24	7	1,5	0,8
8	1,26	8	1,6	0,9
9	1,28	9	1,7	1,0

**Задание 2:** Рассчитать теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания (ДВС), считая, что рабочим телом является воздух с начальными параметрами  $P_1=0,1$  МПа,  $t_1=20^\circ\text{C}$ . Определить основные параметры рабочего тела  $P$ ,  $V$ ,  $T$  во всех точках цикла, изменение внутренней энергии  $\Delta U$ , энтальпии  $\Delta h$ , энтропии  $\Delta S$  для всех процессов и для цикла; теплоту и работу для процессов и для цикла, а также термический КПД цикла. Дать сводную таблицу и изобразить цикл в  $PV$ - и  $TS$ -диаграммах.

#### Варианты:

Таблица 2

Последняя цифра шифра	Цикл	Степень сжатия, $\varepsilon$	Предпоследняя цифра шифра	Степень повышения давления, $\lambda$	Степень предварительного расширения, $\rho$
0	Отто *)	8	0	2,4	2,1
1		9	1	2,3	2,0
2		10	2	2,2	1,9
3	Дизеля **)	16	3	2,1	1,8
4		17	4	2,0	1,7
5		18	5	1,9	1,6
6	Тринклера-Сабатэ	12	6	1,8	1,5
7		13	7	1,7	1,4
8		14	8	1,6	1,3
9		15	9	1,5	1,2

Примечание: независимо от исходных данных принимать \*)  $\rho=1$  для циклов с изохорным подводом теплоты (цикл Отто) и \*\*)  $\lambda=1$  для циклов с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля).

**Задание 3:** Определить эффективную мощность  $N_e$  газотурбинной установки (ГТУ) без регенерации теплоты и ее эффективный КПД по заданной степени повышения давления  $\beta = P_2 / P_1$ , известным адиабатным КПД турбины  $\eta_T$  и компрессора  $\eta_K$ , температуре воздуха перед компрессором  $t_1$ , температуре газа перед турбиной  $t_3$  и по расходу воздуха через ГТУ  $G_{ВОЗ}$ . Изобразить цикл ГТУ в PV- и TS- диаграммах. Показать, как зависит термический КПД ГТУ от степени повышения давления  $\beta$ .

**Варианты:**

Таблица 3

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$\beta$	Предпоследняя цифра шифра	$\eta_K$	$\eta_T$	$G_{ВОЗ}, \text{кг/с}$
0	30	850	7,2	0	0,82	0,89	57
1	27	830	9,0	1	0,81	0,88	55
2	24	880	8,8	2	0,79	0,85	52
3	20	900	8,5	3	0,82	0,87	50
4	17	920	8,2	4	0,81	0,86	48
5	14	860	8,0	5	0,80	0,84	45
6	12	840	7,5	6	0,79	0,82	42
7	10	820	7,0	7	0,78	0,86	40
8	7	800	6,5	8	0,77	0,83	38
9	6	780	6,2	9	0,76	0,85	35

**Задание 4:** Определить термический КПД цикла Ренкина и эффективную мощность паротурбинной установки (ПТУ) по заданным начальному давлению  $P_1$  и температуре перегретого пара перед турбиной  $t_1$ ; конечному давлению в конденсаторе  $P_2$ , расходу пара через турбину  $D$ , внутренним относительным КПД турбины  $\eta_T$  и питательного насоса  $\eta_H$ . Изобразить цикл Ренкина в TS – диаграмме, а процессы сжатия воды в питательном насосе и расширения пара в турбине – в hS – диаграмме. Механический КПД ПТУ принять равным  $\eta_M=0,98$ .

**Варианты:**

Таблица 4

Последняя цифра шифра	$P_1, \text{МПа}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$\eta_T$	Предпоследняя цифра шифра	$P_2, \text{кПа}$	$D, \text{кг/с}$	$\eta_H$
0	10,0	500	0,80	0	3,0	50	0,70
1	10,5	510	0,81	1	3,5	100	0,71
2	11,0	520	0,82	2	4,0	150	0,72
3	11,5	530	0,83	3	4,5	200	0,73
4	12,0	540	0,84	4	5,0	50	0,74
5	12,5	550	0,85	5	3,0	100	0,75
6	13,0	560	0,86	6	3,5	150	0,76
7	13,5	570	0,87	7	4,0	200	0,77
8	14,0	580	0,88	8	4,5	50	0,78
9	14,5	590	0,89	9	5,0	100	0,79

**Тема №2:** «Состав топлива. Тепловой баланс и КПД котлоагрегата».

**Задание 1:** Задано топливо и паропроизводительность котлоагрегата  $D$ . Определить состав топлива по рабочей массе и его низшую теплоту сгорания, способ сжигания топлива, тип

топки, значение коэффициента избытка воздуха в топке  $\alpha_T$  и в уходящих из топки газах  $\alpha_{yx}$  по величине присоса воздуха по газовому тракту  $\Delta\alpha$ ; найти теоретически необходимое количество воздуха  $V_0$  для сгорания 1 кг ( $1\text{ м}^3$ ) топлива и объемы продуктов сгорания при  $\alpha_{yx}$ , а также энтальпию уходящих газов  $I_{yx}$  при заданной температуре уходящих газов  $t_{yx}$  и их влажностном содержании  $d_{yx}$ .

### Варианты:

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Вид топлива	Предпоследняя цифра шифра	D, Т/ч	$\Delta\alpha$	$t_{yx}$ , °С
0	Кузнецкий уголь Г (каменный, газовый)	0	160	0,15	130
1	Мазут малосернистый	1	20	0,16	130
2	Газ из газопровода “Средняя Азия - Центр”	2	10	0,18	130
3	Челябинский уголь БЗ (бурый)	3	120	0,20	140
4	Мазут сернистый	4	25	0,22	140
5	Газ из газопровода “Бухара – Урал”	5	15	0,24	140
6	Канско–Ачинский уголь Б2 (бурый)	6	80	0,26	150
7	Мазут высокосернистый	7	30	0,28	150
8	Газ из газопровода “Саратов – Москва”	8	20	0,30	150
9	Экибастузский уголь СС (бурый, слабоспекающийся)	9	30	0,32	160

**Задание 2:** Для условий задачи 1 определить потерю теплоты с уходящими газами  $q_2$ , составить тепловой баланс котельного агрегата и определить его КПД брутто. Определить расход натурального  $B$  и условного  $B_y$  топлив, испарительность натурального топлива. Давление пара в котле  $P_1$ , температуры перегретого пара  $t_1$  и питательной воды  $t_{пв}$  взять в соответствии с вариантом.

### Варианты:

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	°С		Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	°С	
		$t_1$	$t_{пв}$			$t_1$	$t_{пв}$
0	240	560	225	5	60	535	200
1	140	555	220	6	40	530	195
2	120	550	215	7	50	525	190
3	100	545	210	8	70	520	185
4	80	540	205	9	90	515	180

### Темы практических работ по разделу «Электрические станции различных типов»

**Практические занятия** проводятся с использованием необходимых информационных материалов по плану выполнения индивидуальных расчетных заданий. На занятиях рассматриваются примеры расчета отдельных элементов систем и оборудования, являющиеся составными частями общего расчетного задания. Материалы передаются для студенческих групп в электронном виде. На практических занятиях материалы дублируются методическими пособиями

Также студенты получают задание на выполнение при просмотре учебного фильма Практическая работа №1 «Индикативная оценка энергетической безопасности АСЭС».

Практическая работа №2 «Использование гидроэнергетического потенциала малых рек».

Практическая работа №3 «Использование энергии Солнца».

Практическая работа №4 «Использование энергии ветра»

Практические работы представляют собой решение практических задач по перечисленным темам. Варианты заданий выдаются преподавателем.

### Пример практической работы

Практическая работа №3 (пример задачи)

Задача 1. На солнечной электростанции башенного типа установлено  $n=263$  гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность  $F_z=58 \text{ м}^2$ . Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность  $H_{np} = 2,5 \text{ МВт/м}^2$ . Коэффициент отражения гелиостата  $R_z = 0,8$ , коэффициент поглощения приемника  $A_{np} = 0,95$ . Максимальная облученность зеркала гелиостата  $H_z=600 \text{ Вт/м}^2$ .

Определить площадь поверхности приемника  $F_{np}$  и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет  $t=660 \text{ }^\circ\text{C}$ . Степень черноты приемника  $\epsilon_{np} = 0,95$ . Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения.

Задача 2. Для отопления дома в течение суток потребуется  $Q=0,60 \text{ ГДж}$  теплоты. При использовании для этой цели солнечной энергии тепловая энергия может быть запасена в водяном аккумуляторе. Допустим, что температура горячей воды  $t_1=54 \text{ }^\circ\text{C}$ . Какова должна быть емкость бака аккумулятора  $V \text{ (м}^3\text{)}$ , если тепловая энергия может использоваться в отопительных целях до тех пор, пока температура воды не понизится до  $t_2=29 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Величины теплоемкости и плотности воды взять из справочной литературы.

### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практических заданий	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4	Верное решение всех задач практических работ с приведением обоснований и комментариев решения.	5
	Неверное решение задач.	0

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Общая энергетика» (сост. Киушкина В.Р.), включающий методические указания для обучающихся по освоению дисциплины <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=3574>

### Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Расчетно-графическая работа Часть 1	10	18	25	4 практических задания
2	Расчетно-графическая работа Часть 2	16	9	15	2 практических задания

3	Практические занятия	20	13	20	4 практические работы
4	Тестирование	25	20	40	8 тестовых заданий
	<b>Итого:</b>	<b>71</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

В соответствии с п. 5.13 Положения о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0 (утвержденного ректором СВФУ от 21.02.2018 г.), зачет «ставится при наборе не менее 60 баллов». Таким образом, процедура зачета не предусмотрена.

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	зачет
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. <a href="#">Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.</a>
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса
Период проведения процедуры	зимняя зачетная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	не требуется
Требования к банку оценочных средств	-
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.1. РПД.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)

### Карта обеспеченности литературой

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ	Текущий контингент студентов
Основная				
1	Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2016.		5	
2	Антонова А.М., Вагнер М.А., Калугин Б.Ф. Общая энергетика: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 387 с.			
3	Антонова А.М., Вагнер М.А., Калугин Б.Ф. Общая энергетика. Ч.1: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 135 с.			



4	Антонова А.М., Вагнер М.А., Калугин Б.Ф. Общая энергетика. Ч.2: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 168 с.			
5	Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях. / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. Часть 1. Современная теплоэнергетика / Трухний А.Д., Макаров А.А., Клименко В.В. — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 368 с., ил.			
6	Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях. / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. Часть 2. Современная электроэнергетика / Под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева. — М.: Издательство МЭИ, 2003. — 454 с., ил.			
7	Беляков Ю.С. Основы энергетики (конспект лекций): учебное пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. – 80 с.			
8	Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л.Д.Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. – 2-е изд., стер. – М.:Издательский центр «Академия», 2005. – 448с.			
9	Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учеб. пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006.			
10	Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. – 720 с.			
11	Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4 – 35 кВ и 110 – 1150 кВ / Под ред. И.Т. Горюнова и А.А. Любимова. – М: Папирус ПРО, 2003.			
12	И.Б.Кудрин. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник. – М.: Интермет Инжинеринг, 2005.			
Периодические издания				
1	«Электричество»			
2	«Новые технологии»			
3	«Электрика»			
4	«Малая энергетика»			
5	«Промышленная энергетика»			
6	«Электрические станции»			
7	«Энергосбережение»			
8	«Проблемы энергетики»			
9	«Электрооборудование»			
10	«Безопасность труда в промышленности»			
11	«Реферативный журнал. Энергетика и электротехника»			

*Электронные образовательные ресурсы*

№	Наименование ЭОР	Вид ЭОР	Носитель (CD, DVD, сервер НБ)	Место доступа	Автор	Регистрационный номер и учреждение, его выдавшее (ОФАП, Информрегистр, внутривузовская база данных ЭОР)
1	-	-	-	-	-	-

*Интернет-ресурсы*

№ п/п	Наименование интернет-ресурса	Автор, разработчики	Формат документа (pdf, doc, rtf, djvu, zip, rar)	Тип интернет-ресурса	Ссылка (URL) на интернет-ресурс
1	Green Evolution. Зеленая энциклопедия	-	-	сайт	<a href="http://greenevolution.ru/enc/wiki/categories/obshhaya-energetika/">http://greenevolution.ru/enc/wiki/categories/obshhaya-energetika/</a>
2	Научная библиотека	-	-	сайт	<a href="http://library.tltsu.ru/sites/site.php?s=122&amp;m=45673">http://library.tltsu.ru/sites/site.php?s=122&amp;m=45673</a>

**9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)**

*Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины  
(помещение и оборудование)*

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. работы)	Объем часов	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1	«Тепловые электрические станции»	Лекция	4	A510	Ноутбук, проектор, экран
2	«Атомные электрические станции»	Лекция	2	A510	Ноутбук, проектор, экран
3	«Возобновляемая энергетика»	Лекция	4	A510	Ноутбук, проектор, экран

*Лабораторные занятия материально-технической базой не обеспечены. Используется база промышленных предприятий (осуществляется выезд на экскурсии).*

