

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 30.11.2023 14:28:50

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d0b5cb9daebd9b4bda07addd8f07037

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

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

Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06.01 Общая энергетика

Для программы бакалавриата

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(профиль «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий организаций и учреждений»)

Форма обучения – заочная

З-БП-ЭО-20(5)

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

РЕКОМЕНДОВАНО Представитель кафедры разработчика / Н.В. Дик / Заведующий кафедрой разработчика / М.А. Мусакаев / протокол № 4 от « 13 » 04 2020 г.	ОДОБРЕНО Представитель выпускающей кафедры / Н.В. Дик / Заведующий выпускающей кафедрой / М.А. Мусакаев / протокол № 7 от « 13 » 04 2020 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО / С.П. Санникова / « 24 » 04 2020 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП Председатель УМС протокол УМС № 5 от « 22 » 04 2020 г.		Зав. библиотекой / И.Ю. Зангеева / « 24 » 04 2020 г.

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 энтропитанцией 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.15 Физика Б1.О.18 Теоретические основы электротехники	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. 3-БП-ЭО-20(5)):

Код и название дисциплины по учебному плану		Б1.В.06.01 Общая энергетика	
Курс изучения		3	
Семестр(ы) изучения		5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)		зачет	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения		6	
Трудоемкость (в ЗЕТ)		3 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:		108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:		Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):		15	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)		6	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)		4	-
- лабораторные работы		-	-
- практикумы		-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)		5	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)		89	
№3. Количество часов на зачет		4	

¹Указывается, 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	20	2								2	16(ПР)
Энергетическое топливо	40	2		2						1	18(ПР) 17(РГР)
Электрические станции различных типов	44	2		2						2	18(ПР) 20 (РГР)
Зачет	4										4
Всего часов за семестр	108	6		4						5	89+4

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

3.2. Содержание тем программы дисциплины

№	Раздел дисциплины
1	Организация учебного процесса в ВУЗе
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.
2	Область профессиональной деятельности выпускника
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
Всего:			2

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы²

обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Основы термодинамики	Выполнение ПР	16	Анализ теоретического материала, выполнение ПР (внеауд.СРС)
2	Энергетическое топливо	Выполнение ПР Выполнение РГР	18 17	Анализ теоретического материала, выполнение ПР, РГР (внеауд.СРС)
3	Электрические станции различных типов	Выполнение ПР Выполнение РГР	18 20	Анализ теоретического материала, выполнение ПР, РГР (внеауд.СРС)
	Зачет			
	Всего часов		89	

² 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 $P_1=0,1\text{МПа}$ 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 тело является воздух с начальными параметрами $P_1=0,1\text{МПа}$, $t_1=20^\circ\text{C}$. Определить основные параметры рабочего тела P , V , T во всех точках цикла, изменение внутренней энергии ΔU , энтальпии Δh , энтропии ΔS 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, ϵ	Предпоследняя цифра шифра	Степень повышения давления, λ	Степень предварительного расширения, ρ
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 η_T и компрессора η_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 β .

Варианты:

Таблица 3

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	β	Предпоследняя цифра шифра	η_K	η_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 η_T и питательного насоса η_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	$P_1, \text{МПа}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	η_T	Предпоследняя цифра шифра	$P_2, \text{кПа}$	$D, \text{кг/с}$	η_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 α_T и в уходящих из топки газах α_{yx} по величине присоса воздуха по газовому тракту $\Delta\alpha$; найти теоретически необходимое количество воздуха V_0 для сгорания 1кг (1м^3) топлива и объемы продуктов сгорания при α_{yx} , 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	Предпослед- няя цифра шифра	D, Т/ч	$\Delta\alpha$	t_{yx} , °C
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 высокосерни- стый	7	30	0,28	150
8	Газ из газопровода “Саратов – Москва”	8	20	0,30	150
9	Экибастузский уголь СС (бурый, слабоспе- кающийся)	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. Дав-
ление пара в котле P_1 , температуры перегретого пара t_1 и питательной воды $t_{пв}$ взять в соот-
ветствии с вариантом.

Варианты:

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра	P_1 , бар	°C		Предпоследняя цифра шифра	P_1 , бар	°C	
		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	- РГР сдана в срок, - оформление соответствует требованиям ГОСТ, - имеется список использованной литературы, содержащей справоч- ный материал и источники профессиональных баз данных, - практическое задание решено правильно, с обоснованием применя- емых теоретических положений и сопровождается необходимым анали- зом и интерпретацией полученных результатов; - теоретическая взаимосвязь с практической частью освещена в пол- ном объеме, глубоко, с использованием различных источников науч- но-технической информации.	22-25/ 13-15 баллов отлично

	- при защите указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, четко обосновывается выполненный расчет; - при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений - на вопросы даются полные исчерпывающие обоснованные ответы	
	РГР сдана в срок, - оформление соответствует требованиям ГОСТ, - имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных, - в практической части задания имеются отдельные недостатки, не влияющие на окончательный результат исследования; - при освещении теоретической взаимосвязи с практической частью был использован только один источник научной информации, но вопрос освещен в целом правильно; - четко обосновывается выполненный расчет; - при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений - на вопросы даются обоснованные ответы, допускаются незначительные недочеты	16-21/ 10-12 баллов хорошо
	- РГР сдана в срок, - оформление соответствует требованиям, - имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал, - практическое задание выполнено со значительными ошибками - не в полном объеме освещена теоретическая взаимосвязь с практической частью, поверхностное обоснование без примеров и необходимых обобщений; - при защите прослеживается не четкая последовательность, не совсем верно с затруднениями обосновывается выполненный расчет; - допускаются неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя - ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности - в схемах допущены неточности	10-15/ 8-9 баллов удовлетворительно
	- оформление не соответствует требованиям, - список литературы содержит справочный материал, - неуверенность в применении справочной литературы, - не выполнены требования на оценку «удовлетворительно» - отсутствует выполнение большей части задания или неверность решения. - при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки, - не верно обосновывается выполненный расчет; - изложение основных аспектов несвязно, - отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения, - структура расчетов не соответствует содержанию, - на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы, - в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно - ответы на наводящие вопросы не верные.	менее 10/ 8 баллов неудовлетворительно

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 взаимосвязных 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:

☐ $P \cdot v = R/T$

☐ $P/v = R \cdot T$

☐ $P \cdot T = R \cdot v$

☐ $P \cdot v = R \cdot T$

11. Задание на установление соответствия

Энтропию можно определить, как функцию основных параметров состояния:

1. Если энтропия системы возрастает ($\Delta s > 0$)	то системе отводится тепло
2. Если энтропия системы уменьшается ($\Delta s < 0$)	то системе не подводится и не отводится тепло (адиабатный процесс).
3. Если энтропия системы не изменяется ($\Delta s = 0$, $s = \text{Const}$),	то системе подводится тепло

8. Задание на установление порядка

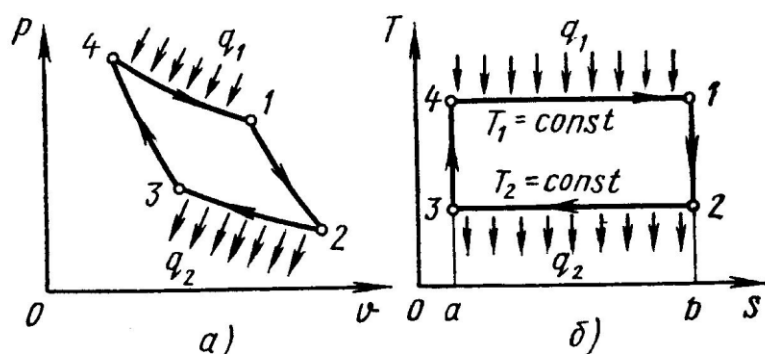


Рис. 3.1. Обратимый цикл Карно в p, v - (а) и T, s - (б) диаграммах

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 $P_1=0,1\text{МПа}$ 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 тело является воздух с начальными параметрами $P_1=0,1\text{МПа}$, $t_1=20^\circ\text{C}$. Определить основные параметры рабочего тела P , V , T во всех точках цикла, изменение внутренней энергии ΔU , энтальпии Δh , энтропии ΔS 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, ε	Предпоследняя цифра шифра	Степень повышения давления, λ	Степень предварительного расширения, ρ
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 η_T и компрессора η_K , температуре воздуха перед компрессором t_1 , температуре газа перед турбиной t_3 и по расходу воздуха через ГТУ G_{BO3} . Изобразить цикл ГТУ в PV- и TS- диаграммах. Показать, как зависит термический КПД ГТУ от степени повышения давления β .

Варианты:

Таблица 3

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	β	Предпоследняя цифра шифра	η_K	η_T	$G_{BO3}, \text{кг/с}$
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 η_T и питательного насоса η_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	$P_1, \text{МПа}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	η_T	Предпоследняя цифра шифра	$P_2, \text{кПа}$	$D, \text{кг/с}$	η_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 α_T и в уходящих из топки газах α_{yx} по величине присоса воздуха по газовому тракту $\Delta\alpha$; найти теоретически необходимое количество воздуха V_0 для сгорания 1 кг (1 м^3) топлива и объемы продуктов сгорания при α_{yx} , а также энтальпию уходящих газов I_{yx} при заданной температуре уходящих газов t_{yx} и их влагосодержании d_{yx} .

Варианты:

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Вид топлива	Предпоследняя цифра шифра	D, Т/ч	$\Delta\alpha$	t_{yx} , °C
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	°C		Предпоследняя цифра шифра	P_1 , бар	°C	
		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	17	18	25	3 практических задания
2	Расчетно-графическая работа Часть 2	20	9	15	3 практических задания

3	Практические занятия	27	13	20	4 практические работы
4	Тестирование	25	20	40	8 тестовых заданий
	Итого:	89	60	100	

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. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
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.I: 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	http://greenevolution.ru/enc/wiki/categories/obshhaya-energetika/
2	Научная библиотека	-	-	сайт	http://library.tltsu.ru/sites/site.php?s=122&m=45673

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)	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1	«Тепловые электрические станции»	Лекция	A510	Ноутбук, проектор, экран
2	«Атомные электрические станции»	Лекция	A510	Ноутбук, проектор, экран
3	«Возобновляемая энергетика»	Лекция	A510	Ноутбук, проектор, экран

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

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.06.01 Общая энергетика

[illegible]

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.