ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Энергетические машины и теплообменные аппараты»

1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2: Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-4: Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Энергетические машины и теплообменные аппараты».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Энергетические машины и теплообменные аппараты» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы.	75-100	*Отлично*
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с непринципиальными ошибками.	50-74	*Хорошо*
Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.	25-49	*Удовлетворительно*
Студент не освоил основное	<25	*Неудовлетворительно*

содержание изучаемого материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.		

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами

1.Задача на обоснование технических решений и анализа влияния условий работы объекта профессиональной деятельности (водо-водяной теплообменник).

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1 Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
	ПК-2.2 Обосновывает технические решения при создании объекта профессиональной деятельности

Примерный перечень заданий

1. Обосновывая технические решения и анализируя влияние условий работы, определите поверхность нагрева теплообменного аппарата по следующим исходным данным: В водо-водяном теплообменнике горячая вода движется по трубам диаметром d_1 с толщиной стенки δ, и имеет температуру на входе t'_1. Изменение температуры горячей воды Δt, а её расход G_1. Охлаждающая вода движется по трубе внешним, диаметром d_4 внутренний её диаметр d_3 . Температура охлаждающей воды на входе t'_2, на выходе – равна t''_2. Коэффициент теплопроводности материала труб λ_c.

Таблица – Исходные данные

Величина	Единица измерения	1	2	3	4	5	6
G_1	кг/с	0,2	0,1	0,6	0,3	0,2	0,8
$t_1^{'}$	°С	140	180	120	140	100	150
Δt	°С	100	100	60	80	50	80
$t_2^{'}$	°С	20	20	10	15	25	12
$t_2^{''}$	°С	127	110	80	90	45	85
d_1	м	0,012	0,032	0,038	0,016	0,012	0,046
δ	м	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
d_3	м	0,032	0,054	0,070	0,048	0,032	0,070
d_4	м	0,038	0,060	0,076	0,051	0,038	0,076
λ_c	Вт/(м К)	50	50	23	20	19	50

2.Задача на обоснование технических решений и анализа влияния условий работы объекта профессиональной деятельности (парогенератор).

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен принимать и обосновывать	ПК-2.1 Анализирует влияние условий работы

конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
	ПК-2.2 Обосновывает технические решения при создании объекта профессиональной деятельности

1. Обосновывая технические решения и анализируя влияние условий работы, определите поверхность нагрева теплообменного аппарата по следующим исходным данным: Производительность парогенератора D, давление пара P_1. Температура пара на выходе равна температуре насыщения $t''_1=t_s$. Температура воды на входе – t'_1. Расход греющей воды G2. Температура её на входе в теплообменник t'_2, на выходе – t''_2. Поверхность теплообмена составлена из труб внешним диаметром d_2, внутренним – d_1. Число труб n.

Таблица с исходными данными к задаче

Величина	**Единица измерения**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
D	кг/с	405	56,4	100	125,5	408	90,3
P_1	МПа	6,3	3,2	3,5	4,6	6,5	3,3
$t_1^{'}$	°C	220	189	100	226	220	195
$t_1^{''}$	°C	280	236	243	260	280	238
G_2	кг/с	3430	982	910	1330	4000	1170
$t_2^{'}$	°C	330	273	300	301	322	280
$t_2^{''}$	°C	295	252	250	268	289	252
d_1	м	0,0076	0,011	0,009	0,013	0,0096	0,013
d_2	м	0,010	0,014	0,012	0,016	0,012	0,016
n	шт	22000	2074	10000	5536	15648	3664
Расположение корпуса		Верт.	Гориз.	Верт .	Гориз.	Гориз.	Гориз.

3.Задача на обоснование технических решений и анализа влияния условий работы объекта профессиональной деятельности (пароперегреватель).

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1 Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
	ПК-2.2 Обосновывает технические решения при создании объекта профессиональной деятельности

1. Обосновывая технические решения и анализируя влияние условий работы, определите поверхность нагрева теплообменного аппарата по следующим исходным данным: Пароперегреватель парового котла производительностью D, при давлении P2 и температуре перегрева t"2. В пароперегреватель поступает сухой насыщенный пар. Он движется по стальным трубам внутренним диаметром d1 и внешним – d2. Конструкция трубной поверхности – пучок змеевиков, расположенных в коридорном или шахматном порядке с шагами S1 и S2. Дымовые газы среднего состава движутся поперек пучка труб по прямоточной схеме. Количество газов G1. Температура их на входе в пароперегреватель t'1. Средняя скорость пара v2, газов в узком сечении – v1.

Исходные данные к задаче

Величина	**Единица измерения**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
D	кг/с	63,9	58,3	116,7	177,8	266,7	6,9
P_2	МПа	9,8	9,8	13,8	12,6	15,5	4
$t_2^{''}$	°C	510	510	540	550	560	440
d_1	м	0,028	0,028	0,034	0,034	0,038	0,028
d_2	м	0,032	0,032	0,038	0,038	0,042	0,032
υ_1	м/с	10	8,5	14	10	16	8
υ_2	м/с	17	15	19	20	22	15
λ_c	Вт/(м К)	30	22	19	24	20	22
G_1	кг/с	440	180	288	720	580	36
$t_1^{'}$	°C	980	1100	1200	1000	1250	850
S_1	м	0,080	0,096	0,104	0,096	0,168	0,096
S_2	м	0,048	0,064	0,076	0,076	0,084	0,064
Расположение труб		Шах.	Кор.	Шах.	Кор.	Кор.	Кор.

4.Задача на обоснование технических решений и анализа влияния условий работы объекта профессиональной деятельности (маслоохладитель).

Компетенция	**Индикатор достижения компетенции**
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1 Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
	ПК-2.2 Обосновывает технические решения при создании объекта профессиональной деятельности

1. Обосновывая технические решения и анализируя влияние условий работы, определите поверхность нагрева теплообменного аппарата по следующим исходным данным: Масло марки МК поступает в маслоохладитель с температурой t'_1 и охлаждается до температуры t''_1. Температура воздуха на входе t'_2. Расход масла G_1, воздуха – G_2. Маслоохладитель выполнен в виде радиатора из труб диаметром внешним d_2, внутренним – d_1. Количество труб n. Трубы снабжены ребрами. Высота ребра h, толщина основания δ. Рассчитать поверхность теплообмена в маслоохладителе и сравнить её с неоребренной.

Исходные данные к задаче

Величина	**Единица измерения**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
$t_1^{'}$	°С	70	90	85	65	80	95
$t_1^{''}$	°С	30	25	20	25	15	30
$t_2^{'}$	°С	20	10	15	20	12	18
G_1	кг/с	5,8	3,5	14,2	16,8	25,5	22
G_2	кг/с	13	10	3,2	30	53	40
d_2	М	0,042	0,038	0,042	0,060	0,038	0,050
d_1	М	0,038	0,034	0,038	0,052	0,034	0,046
n	шт	10	10	20	12	40	20
h	м	0,01	0,015	0,015	0,012	0,01	0,015
δ	м	0,005	0,006	0,006	0,008	0,007	0,008
Форма ребра	–	Прямая продольная	Треугольная	Параболическая	Треугольная	Прямоугольная	Прямоугольная круговая
Шаг ребер Sp	м	$\pi d_2/4$	$\pi d_2/6$	$\pi d_2/4$	$\pi d_2/6$	$\pi d_2/4$	0,02
Шаг труб S_1	м	0,084	0,095	0,103	0,150	0,095	0,125
Шаг труб S_2	м	0,126	0,114	0,126	0,180	0,114	0,150
Скорость воздуха υ_2	м/с	10	15	12	20	10	15

5.Задача на обоснование технических решений и анализа влияния условий работы объекта профессиональной деятельности (экономайзер).

Компетенция	**Индикатор достижения компетенции**
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1 Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
	ПК-2.2 Обосновывает технические решения при создании объекта профессиональной деятельности

1. Обосновывая технические решения и анализируя влияние условий работы, определите поверхность нагрева теплообменного аппарата по следующим исходным данным: Теплоносители в экономайзере движутся по противоточной схеме. Температура газов на входе t'1, на выходе – t", расход газов G1, теплоёмкость газов cp1, температура воды на входе t'2, на выходе – t"2, расход воды G2. Размеры газохода axb = 4x5 м. Вода движется внутри труб с внешним диаметром d2, внутренним d1. Трубы имеют наружное оребрение.

Исходные данные к задаче

Величина	**Единица измерения**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
$t_1^{'}$	°C	570	560	350	300	500	550
$t_1^{''}$	°C	250	240			120	
G_1	кг/с	61	200	9	9	5,80	100
c_{p1}	кДж/(кг К)	1,04	1,02	0,98	0,98	1,08	1,3
$t_2^{'}$	°C	130	210	120	110	65	150
$t_2^{''}$	°C			290	270		250
G_2	кг/с	33	158	2,67	1,8	2,64	170
d_2	м	0,038	0,032	0,04	0,05	0,032	0,05
d_1	м	0,032	0,026	0,034	0,042	0,026	0,04
Форма ребра	–	Шип парабол	Спирал.	Прям. парабол.	Прямоуг.	Мембр.	Прям.
Высота ребра	м	0,01	0,01	0,015	0,01		0,015
Толщина ребра	м	0,005	0,0005	0,005	0,004		0,005
Шаг труб S_1	м	0,1	0,1	0,12	0,15	0,08	0,08
S_2	м	0,15	0,08	0,1	0,15		0,08
Форма пучка		Шах.	Шах.	Кор.	Кор.	Кор.	Шах.
Шаг ребер	м	0,015	0,002	0,02	0,02		0,02

6.Задача на обоснование технических решений и анализа влияния условий работы объекта профессиональной деятельности (воздухоподогреватель).

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1 Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
	ПК-2.2 Обосновывает технические решения при создании объекта профессиональной деятельности

1. Обосновывая технические решения и анализируя влияние условий работы, определите поверхность нагрева теплообменного аппарата по следующим исходным данным: В трубчатом двухходовом воздухоподогревателе воздух в количестве G2 должен нагреваться до температуры t"2 от t'2. Дымовые газы в количестве G1 движутся внутри стальных труб внутренним диаметром d1 и внешним – d2. Средняя скорость газов v1. Температура газов на входе в воздухоподогреватель t'1. Воздух движется поперек шахматного пучка труб со средней скоростью v2. Трубы расположены с шагами S1 и S2.

Исходные данные к задаче

Величина	Единица измерения	1	2	3	4	5	6
G_1	кг/с	20	30	35	15	8	32
G_2	кг/с	18	28	20	14	7	28
$t_2^{'}$.	°С	30	40	60	20	20	30
$t_2^{''}$	°С	300	320	350	300	260	350
$t_1^{'}$	°С	380	400	420	380	350	380
d_1	м	0,038	0,046	0,050	0,039	0,045	0,037
d_2	м	0,042	0,050	0,053	0,042	0,048	0,040
υ_1	м/с	12	14	16	10	9	13
υ_2	м/с	10	9	10	6	5	8
S_1	м	0,063	0,075	0,08	0,07	0,08	0,08
S_2	м	0,063	0,075	0,08	0,07	0,08	0,08

7.Задание на описание принципов работы различных типов ТЭС.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-4 Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1 Описывает устройство и принцип работы объекта профессиональной деятельности

Примерный перечень вопросов

1. Опишите принцип работы конденсационной электрической станции (КЭС).
2. Опишите принцип работы тепловой электроцентрали (ТЭЦ).
3. опишите принцип работы парогазовой установки (ПГУ).
4. Опишите устройство и принцип работы газотурбинной установки (ГТУ).

8.Задание на описание устройства и принципа работы паровой турбины.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-4 Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1 Описывает устройство и принцип работы объекта профессиональной деятельности

1. Опишите устройство и принцип работы паровой турбины.
2. Опишите устройство и принцип работы паротурбинной установки.
3. Опишите устройство и принцип работы газотурбинной установки.
4. Опишите устройство и принцип работы парогазовой установки.
5. Опишите устройство и принцип работы деаэратора.
6. Опишите устройство и принцип работы подогревателя высокого давления.
7. Опишите устройство и принцип работы испарителя.
8. Опишите устройство и принцип работы подогревателя низкого давления.
9. Опишите устройство и принцип работы дутьевого вентилятора.
10. Опишите устройство и принцип работы центробежного насоса.
11. Опишите устройство и принцип работы сухих золоулавливающих устройств.
12. Опишите устройство и принцип работы мокрых золоулавливающих устройств.
13. Опишите устройство и принцип работы электрофильтров
14. Опишите устройство и принцип работы градирни.

9.Задание на применение методов оценки и представления результатов при приведении классификации паровых турбин.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-4 Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-4.2 Применяет методы оценки и представления результатов обследования объекта профессиональной деятельности

Примерный перечень вопросов

Применяя методы оценки и представления результатов приведите классификацию паровых турбин.
Применяя методы оценки и представления результатов обследования приведите классификацию тепловых электрических станций
Применяя методы оценки и представления результатов приведите классификацию потерь в паровых турбинах.
Применяя методы оценки и представления результатов обследования, опишите методы повышения экономичности ТЭС.

10.Задача на применение методов оценки и представления результатов расчета технико-экономических показателей ТЭС.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-4 Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-4.2 Применяет методы оценки и представления результатов обследования объекта профессиональной деятельности

Примерный перечень вопросов

1. Применяя методы оценки и представления результатов, при известном КПД ТЭС равным 40% найти удельный расход топлива на киловаттчас.

Варианты заданий:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
КПД ТЭС, %	39	43	42	33	37	38	41	45	55

2. Применяя методы оценки и представления результатов, при известном удельном расходе топлива $в_у^э, г/квтчас$. Найти η_c - КПД ТЭС.

Варианты заданий:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$в_у^э, г/квтчас$	390	430	420	330	370	380	410	450	550

3. Применяя методы оценки и представления результатов, определить удельный расход условного топлива на единицу тепла при КПД ТЭС η_c^m.

Варианты заданий:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
η_c^m.	0,81	0,93	0,856	0,899	0,92	0,65	0,35	0,57	0,87

11.Задание на применение методов оценки и представления результатов обследования, описание устройства и принципа работы, анализ влияния условий работы и обоснование конкретных технических решений при разработке тепловой схемы ТЭС.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1 Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
	ПК-2.2 Обосновывает технические решения при создании объекта профессиональной деятельности
ПК-4 Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1 Описывает устройство и принцип работы объекта профессиональной деятельности
	ПК-4.2 Применяет методы оценки и представления результатов обследования объекта профессиональной деятельности

1. Применяя методы оценки и представления результатов обследования, описывая устройство и принцип работы, анализируя влияние условий работы и обосновывая конкретные технические решения разработать тепловую схему ГРЭС с выбором паротурбинной установки и вспомогательного оборудования. Характеристики паровых колов, устанавливаемых на ТЭС, принять из курсового проекта по дисциплине "Паровые котлы". Исходными данными к расчету являются: паропроизводительность котла, давление перегретого пара, температура перегретого пара, температура питательной воды, давление пара, поступающего в отбор (задаться 0,2 – 2 МПа), давление пара в конденсаторе (задаться 3 – 5 кПа), Внутренние относительные КПД частей цилиндров турбины (задаться 0,8 – 0,9).

2. Применяя методы оценки и представления результатов обследования, описывая устройство и принцип работы, анализируя влияние условий работы и обосновывая конкретные технические решения разработать тепловую схему ТЭЦ с выбором паротурбинной установки и вспомогательного оборудования. Характеристики паровых колов, устанавливаемых на ТЭС, принять из курсового проекта по дисциплине "Паровые котлы". Исходными данными к расчету являются: паропроизводительность котла, давление перегретого пара, температура перегретого пара, температура питательной воды, давление пара, поступающего в отбор (задаться 0,2 – 2 МПа), давление пара в конденсаторе (задаться 3 – 5 кПа), Внутренние относительные КПД частей цилиндров турбины (задаться 0,8 – 0,9).

3. Применяя методы оценки и представления результатов обследования, описывая устройство и принцип работы, анализируя влияние условий работы и обосновывая конкретные технические решения разработать тепловую схему КЭС с выбором паротурбинной установки и вспомогательного оборудования. Характеристики паровых колов, устанавливаемых на ТЭС, принять из курсового проекта по дисциплине "Паровые котлы". Исходными данными к расчету являются: паропроизводительность котла, давление перегретого пара, температура перегретого пара, температура питательной воды, давление пара, поступающего в отбор (задаться 0,2 – 2 МПа), давление пара в конденсаторе (задаться 3 – 5 кПа), Внутренние относительные КПД частей цилиндров турбины (задаться 0,8 – 0,9).

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.