Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 17.09.2024 11:50:49
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a12

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ / Абдразаков Ф.К./
«26» августа 2019 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	**ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**
Направление подготовки	**13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**
Направленность (профиль)	**Энергообеспечение предприятий**
Квалификация выпускника	**Магистр**
Нормативный срок обучения	**2 года**
Форма обучения	**очная**
Кафедра-разработчик	**Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение**
Ведущий преподаватель	**Попов И.Н., доцент; Глухарев В.А., профессор**

Разработчик: доцент, Попов И.Н. _____ (подпись)

профессор, Глухарев В.А. _____ (подпись)

Саратов 2019

Содержание

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ……..... 3

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания …… 4

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....…….. 8

4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования ……..... 19

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28 февраля 2018 г. № 146, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-6	способен к проведению технических расчетов для определения параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического и теплотехнического оборудования и энергосистем	ПК-6.2 Проводит технические расчеты для определения параметров серийного оборудования; ПК-6.3 Проводит технические расчеты для определения параметров нового оборудования.	2 семестр	Лекции/ практические занятия/ лабораторные занятия	типовой расчет/ лабораторная работа/ рубежный контроль (опрос)/ курсовой проект/ экзамен

Примечание:
Компетенция ПК-6 – также формируется в ходе освоения дисциплины Проектирование энергообеспечения предприятий АПК; факультативов Альтернативные источники энергообеспечения; Энергоносители в теплоэнергетике, теплотехнике, теплотехнологиях; а также в ходе прохождения преддипломной практики и подготовки к процедуре защиты и процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Перечень оценочных материалов

Таблица 2

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
1	типовой расчет	метод, который позволяет выявить уровень знаний, умений и способностей, путем анализа качества выполнения обучающимися ряда специальных заданий, применением методов, освоенных на лекциях	перечень типовых расчетов по темам практических занятий
2	лабораторная работа	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы, с сопоставлением полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	перечень тем лабораторных занятий
3	рубежный контроль (опрос)	средство контроля, которое позволяет поэтапно оценить степень восприятия учебного материала и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, дисциплины.	вопросы по темам дисциплины: – перечень вопросов по разделам; - перечень вопросов для самостоятельной работы
4	курсовой проект	самостоятельная учебная работа, выполняемая обучающимися в течение семестра под руководством преподавателя и содержащая результат инженерного решения в сфере профессиональной деятельности, направленный на закрепление навыков самостоятельного применения обучающимися знаний для комплексного профессионального решения практических задач	комплект заданий на курсовое проектирование
5	экзамен	позволяет оценить степень восприятия учебного материала дисциплины	перечень вопросов и задач для промежуточной аттестации

Программа оценивания контролируемой дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1.	Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
2.	Изучение основных элементов теплогенерирующих установок	ПК-6	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
3.	Процессы теплообмена и гидродинамики в теплоэнергетическом оборудовании	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
4.	Паротурбинные энергетические установки	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
5.	Изучение устройства паротурбинной установки	ПК-6	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
6.	Тепловой процесс паротурбинной ступени	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
7.	Газотурбинные и парогазовые турбинные установки	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
8.	Изучение устройства газотурбинной установки	ПК-6	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
9.	Циклы ГТУ работающих по закрытому и открытому циклам	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
10.	Общая характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
11.	Теплообмен в рекуперативных теплообменных аппаратах	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
12.	Проектирование теплообменных аппаратов	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
13.	Кожухотрубные теплообменные аппараты систем теплоснабжения	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
14.	Методика расчета и подбора серийного кожухотрубного теплообменного аппарата	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
15.	Определение рабочих характеристик теплообменного аппарата	ПК-6	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
16.	Пластинчатые теплообменные аппараты систем теплоснабжения	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
17.	Методика расчета и подбора серийного паластинчатого теплообменного аппарата	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
18.	Определение рабочих характеристик теплообменного аппарата	ПК-6	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
19.	Трубчато-ребристые теплообменные аппараты систем теплоснабжения	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
20.	Методика расчета и подбора серийного воздухоподогревателя	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
21.	Исследование водо-воздушного теплообменного аппарата (калорифера)	ПК-6	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
22.	Смесительные теплообменные аппараты	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
23.	Испарители и конденсаторы смесительного типа	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
24.	Методика расчета металлоемкости аппаратов	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
25.	Испарительные и перегонные установки	ПК-6	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
26.	Процессы и аппараты выпаривания и кристаллизации	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
27.	Процессы и аппараты перегонки и разделения смеси	ПК-6	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 4

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-6 2 семестр	ПК-6.2 Проводит технические расчеты для определения параметров серийного оборудования; ПК-6.3 Проводит технические расчеты для определения параметров нового оборудования.	обучающийся не знает оборудование систем теплоснабжения; методы расчета теплоэнергетического оборудования и используемую при этом нормативную документацию, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не системное владение методами подбора серийного оборудования, и проектирования нового, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение методами подбора серийного оборудования и проектирования нового	обучающийся демонстрирует знание основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования; умение выполнять тепловые и гидравлические расчеты теплоэнергетического оборудования; владение навыками подбора серийного оборудования и проектирования нового; исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Входной контроль

Примерный перечень вопросов

1. Теплоемкость вещества. Теплоносители.
2. Теплопроводность, коэффициент теплопередачи.
3. Температурное поле и температурный градиент.
4. Механизм переноса теплоты теплопроводностью. Закон Фурье.
5. Механизм переноса теплоты конвекцией. Закон Ньютона-Рихмана.
6. Физическую сущность коэффициента теплоотдачи.
7. Коэффициент теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции.
8. Тепловой поток. Определение, размерность и направление.
9. Сформулируйте понятие энтальпия.
10. Термодинамическая работа. Сущность энтропии.

3.2 Типовой расчет

Тематика типовых расчетов устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

На практических занятиях выполняются следующие типовые расчеты:

1. Составление и расчет теплового баланса котельного агрегата.
2. Определение термического КПД паротурбинной установки.
3. Определение термического КПД газотурбинной установки.
4. Конструкторский расчет теплообменного аппарата.
5. Методика конструкторского расчета теплообменного аппарата.
6. Расчет кожухотрубного подогревателя с выбором типоразмера.
7. Расчет пластинчатого водоподогревателя с выбором типоразмера.
8. Расчет водяного калорифера с выбором типоразмера.
9. Расчет термического деаэратора смесительного типа.
10. Определение металлоемкости кожухотрубного теплообменного аппарата.
11. Расчет выпарной установки.
12. Расчет ректификационной колонны.

Задание на выполнение типового расчета выдается преподавателем для каждого обучающегося из перечня вариантов соответствующего типового расчета.

Пример типового расчета:

Расчет кожухотрубного подогревателя с выбором типоразмера

Подобрать кожухотрубный водоводяной подогреватель для системы отопления при заданных параметрах теплоносителя. Определить коэффициент теплопередачи, площадь водоводяного подогревателя, и количество секций при следующих условиях:

Отопительная нагрузка Q_{omax},МВт; температурный график тепловой сети τ_1/τ_2 °С; температурный график системы отопления τ_3/τ_2 °С.

№ п/п	Температурный график			Максимальная нагрузка
	τ_1	τ_2	τ_3	Q_{omax}
1.	115	70	90	0,290
2.	115	70	90	0,350
3.	115	70	90	0,480
4.	115	70	90	0,750
5.	115	70	90	0,920
6.	150	70	95	0,250
7.	150	70	95	0,320
8.	150	70	95	0,550
9.	150	70	95	0,690
10.	150	70	95	0,830

Для расчета принимаем горизонтальный секционный кожухотрубный водоводяной подогреватель по ГОСТ 27590 с трубной системой из прямых гладких латунных с двухсекторными опорными перегородками. Наружный диаметр трубок 16 мм, внутренний - 14 мм. Материал трубок латунь марки Л68 с коэффициентом теплопроводности материала 113 Вт/(м·°С).

Методика расчета:

Расчетные расходы воды G_{do} и G_{omax}, кг/ч, для расчета водоподогревателей систем отопления следует определять по формулам:

греющей воды

$$G_{do} = \frac{3,6 Q_{omax}}{(\tau_1 - \tau_{o2})c}; \qquad (1)$$

нагреваемой воды

$$G_{omax} = \frac{3,6 Q_{omax}}{(\tau_{o1} - \tau_2)c}. \qquad (2)$$

Для определения коэффициента теплопередачи водоводяного подогревателя применяется уравнение теплового баланса:

$$Q = k \cdot F \Delta t_{cp} \qquad (3)$$

где Q – количество тепла, воспринимаемое вторичной водой, Вт;

k – коэффициент теплопередачи водоводяного подогревателя, Вт/(м^{2}град);

F – поверхность нагрева подогревателя, м^2;

Δt_{cp} – средняя логарифмическая разность температур первичного и вторичного теплоносителей, определяемая из выражения

$$\Delta t_{cp} = \frac{(\tau_1 - \tau_{o1}) - (\tau_{o2} - \tau_.)}{2,3 \lg \frac{\tau_1 - \tau_{o1}}{\tau_{o2} - \tau_2}}. \qquad (4)$$

где τ - температуры первичного и вторичного теплоносителей при входе и выходе из подогревателя, град.

Для выбора необходимого типоразмера водоподогревателя предварительно задаемся оптимальной скоростью нагреваемой воды в трубках, равной $W_{тр}$ = 1 м/с, и определяем необходимое сечение трубок водоподогревателя $f_{тр}^{усл}$, м^2, по формуле

$$f_{тр}^{усл} = \frac{G_{k\max}}{2 \cdot 3600 W_{тр} \rho}. \tag{5}$$

В соответствии с полученной величиной $f_{тр}^{усл}$ и по табл. выбираем необходимый типоразмер водоподогревателя.

Для выбранного типоразмера водоподогревателя определяем фактические скорости воды в трубках и межтрубном пространстве каждого водоподогревателя при двухпоточной компоновке по формулам:

$$W_{тр} = \frac{G_{k\max}}{2 \cdot 3600 f_{тр} \rho}; \tag{6}$$

$$W_{мтр} = \frac{G_{dk}}{2 \cdot 3600 f_{мтр} \rho}. \tag{7}$$

Технические характеристики водоподогревателей

Наружный диаметр корпуса секции $D_н$, м	Число трубок в секции n, шт,	Площадь сечений межтрубного пространства $f_{мтр}$, м^2	Площадь сечения трубок $f_{тр}$, м^2	Эквивалентный диаметр межтрубного пространства $d_{экв}$, м	Поверхность нагрева одной секции $f_{сек}$, м^2, при длине, м		Тепловая производительность $Q_{сек}^{SP}$, кВт, секции длиной, м			
							Система из труб			
							гладких (исполн. 1)		профилированных (исполн. 2)	
					2	4	2	4	2	4
57	4	0,00116	0,00062	0,0129	0,37	0,75	8	18	10	23
76	7	0,00233	0,00108	0,0164	0,65	1,32	12	25	15	35
89	10	0,00327	0,00154	0,0172	0,93	1,88	18	40	20	50
114	19	0,005	0,00293	0,0155	1,79	3,58	40	85	50	110
168	37	0,0122	0,00570	0,019	3,49	6,98	70	145	90	195
219	61	0,02139	0,00939	0,0224	5,75	11,51	114	235	150	315
273	109	0,03077	0,01679	0,0191	10,28	20,56	235	475	315	635
325	151	0,04464	0,02325	0,0208	14,24	28,49	300	630	400	840

Примечания:

1 Наружный диаметр трубок 16 мм, внутренний - 14 мм.

2 Тепловая производительность определена при скорости воды внутри трубок 1 м/с, равенстве расходов теплообменивающихся сред и температурном напоре 10 °С.

Коэффициент теплоотдачи α_1, Вт/(м^2·°С), от греющей воды к стенке трубки определяется по формуле

$$\alpha_1 = 1{,}16\left[1210 + 18 t_{ф}^{гр} - 0{,}038 (t_{ф}^{гр})^2\right] \frac{W_{мтр}^{0,8}}{d_{экв}^{0,2}}, \tag{8}$$

где средняя температура греющего теплоносителя

$$t_{ср}^{гр} = \frac{t_{вх}^{гр} + t_{вых}^{гр}}{2}. \quad (9)$$

Эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м, определяется по формуле

$$d_{экв} = \frac{D_{вн}^2 - nd_{нар}^2}{D_{вн} + nd_{нар}}. \quad (10)$$

Для выбранного типоразмера водоподогревателя $d_{экв}$ принимается по табл.

Коэффициент теплоотдачи α_2, Вт/(м^2·°С) от стенки трубки к нагреваемой воде определяется по формуле

$$\alpha_2 = 1{,}16\left[1210 + 18t_{ср}^{н} - 0{,}038(t_{ср}^{н})^2\right]\frac{W_{тр}^{0,8}}{d_{вн}^{0,2}}, \quad (11)$$

где $t^{н}_{ср}$ – средняя температура нагреваемого теплоносителя, град.

$$t_{ср}^{н} = \frac{t_{вх}^{н} + t_{вых}^{н}}{2}. \quad (12)$$

Коэффициент теплопередачи водоподогревателя k, Вт/(м^2·°С), следует определять по формуле

$$k = \frac{\psi\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}}, \quad (13)$$

где ψ - коэффициент эффективности теплообмена для гладкотрубных водоподогревателей с опорами в виде полок ψ = 0,95, для гладкотрубных с блоком опорных перегородок ψ = 1,2, для профилированных и с блоком опорных перегородок ψ = 1,65;

β - коэффициент, учитывающий загрязнение поверхности труб в зависимости от химических свойств воды, принимается β = 0,8 - 0,95;

$\delta_{ст}$ – толщина стенки трубки, м, определяется исходя из принятого размера трубок;

$\lambda_{ст}$ – коэффициентом теплопроводности материала стенки, Вт/(м·°С).

При заданной величине расчетной производительности водоподогревателя Q по значениям коэффициента теплопередачи k и среднелогарифмической разности температур $\Delta t_{ср}$ определить необходимую поверхность нагрева водоподогревателя F, выразив из формулы (3):

$$F = \frac{Q}{k\Delta t_{ср}}; \quad (14)$$

Число секций водоподогревателя в одном потоке N, шт., исходя из двухпоточной компоновки определяется по формуле

$$N = \frac{F}{2f_{сек}}. \quad (15)$$

Если величина N, полученная по формуле (15) имеет дробную часть, составляющую более 0,2, число секций следует округлять в большую сторону.

3.3. Лабораторная работа

Тематика лабораторных занятий устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Темы лабораторных работ соответствуют рабочей программе дисциплины (модуля) и выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование».

Перечень тем лабораторных занятий:

1. Изучение основных элементов теплогенерирующих установок: испарительные поверхности, пароперегреватели, экономайзеры.
2. Изучение устройства паротурбинной установки. Конструкции роторов паровых турбин и подшипники.
3. Изучение устройства ГТУ. Конструкция воздушного компрессора и турбины. Последовательность операций запуска и маневрирования турбины.
4. Определение рабочих характеристик теплообменного аппарата. Исследования кожухотрубного водо-водяного теплообменника.
5. Определение рабочих характеристик теплообменного аппарата. Исследования пластинчатого водо-водяного теплообменника.
6. Исследование водо-воздушного теплообменного аппарата (калорифера). Определение коэффициента теплопередачи.

3.4. Рубежный контроль

Вопросы рубежного контроля № 1

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Теплогенерирующая установка. Источники преобразования энергии.
2. Тенденции развития теплогенерирующих установок
3. Типы теплогенерирующих установок и соответствующие методы производства тепловой энергии
4. Котельные установки на органическом топливе. Принцип преобразования и передачи энергии теплоносителю.
5. Область применения водогрейных котлов и параметры их работы.
6. Сфера применения и преимущества паровых котлов.
7. Параметры энергетических паровых котельных агрегатов.
8. Параметры промышленных паровых котельных агрегатов и отрасли их применения.
9. Барабанные парогенераторы, их характеристики.
10. Прямоточные парогенераторы, их характеристики
11. Парогенератор атомного энергоблока, его характеристики.
12. Гидродинамическая теория теплообмена.
13. Назначение и взаиморасположение поверхностей нагрева котлоагрегата.

14. Типы, назначение и области применения турбинных энергетических установок.

15. Типы паротурбинных установок и принципы действия паровых турбин.

16. Одно-, двух- и трехступенчатые, одно- и двухвенечные, активные и реактивные турбины.

17. Тепловой процесс паротурбинной ступени и её КПД.

18. Соотношение паропроизводительности теплогенератора и мощности паровой турбины.

19. Типы газотурбинных установок и области их применения.

20. Циклы ГТУ. Термический, механический и эффективный КПД ГТУ.

21. Характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов. Классификация теплоиспользующих установок.

22. Принцип работы рекуперативного и регенеративного теплообменника.

23. Схемы рекуперативных теплообменников непрерывного и периодического действия.

24. Процесс теплопроводности, тепловой поток плоской и цилиндрической стенки.

25. Тепловой баланс теплообменного аппарата и основное уравнение теплопередачи.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Основные марки теплофикационных водогрейных котлов и их конструктивное исполнение.

2. Процессы теплообмена, происходящие в топочной камере.

3. Процессы теплообмена при вынужденном движении теплоносителя и при свободной конвекции.

4. Электродные паровые и водогрейные котлы.

5. Котлы утилизаторы.

6. Осевые и радиальные турбины.

7. Преобразование энергии парового потока на рабочих лопатках ПТ.

8. Преобразование энергии газообразных продуктов сгорания ГТУ.

9. Геотермальные установки и системы теплоснабжения на их основе.

10. Гелиоустановки и энергоблоки на их основе. Образцы промышленных установок.

11. Парогазовые турбинные установки, особенности исполнения и область применения.

12. Конструкции высокотемпературных рекуперативных теплообменных аппаратов.

13. Криогенные теплообменники. Устройство и особенности конструкции.

14. Принцип работы регенеративного теплообменника.

15. Область применения и конструкции регенеративных теплообменников.

Вопросы рубежного контроля № 2

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Кожухотрубные паро-водяные и водо-водяные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и конструктивное исполнение.
2. Секционные кожухотрубные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и принцип работы.
3. Тепловой конструкторский расчет кожухотрубного теплообменного аппарата.
4. Гидравлический расчет теплообменного аппарата. Определение потерь давления в трубном и межтрубном пространстве.
5. Прочностной расчет кожухотрубного теплообменного аппарата.
6. Способы компенсации напряжений и деформаций в кожухотрубных рекуперативных теплообменниках.
7. Пластинчатые теплообменные аппараты. Схема и принцип работы.
8. Профили пластин. Эквивалентный диаметр канала.
9. Расчет пластинчатого аппарата с определением числа ходов и пластин в пакете.
10. Устройство трубчато-ребристого теплообменного аппарата. Исполнение паровых и водяных калориферов.
11. Схемы оребрения трубок и способы образования ребристой поверхности.
12. Методика расчета и подбора трубчато-ребристого теплообменного аппарата.
13. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников.
14. Испарители и конденсаторы смесительного типа. Устройство и принцип действия.
15. Устройство и принцип действия термического деаэратора.
16. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов.
17. Принцип работы выпарных установок и сфера их применения.
18. Классификация выпарных аппаратов по принципу работы и давлению внутри аппарата.
19. Опреснительные установки, схемы и принцип работы.
20. Классы бинарных смесей и принцип их разделения.
21. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации.
22. Принцип работы ректификационных установок и принципиальная схема ректификационной колонны.
23. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны.
24. Принцип работы и схема дистилляционной установки непрерывного действия.
25. Ступени и контуры дистилляционной установки.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Порядок гидравлического расчета местных сопротивлений.

2. Крепление трубных решетках в корпусе кожухотрубного аппарата.
3. Способы заделки труб в трубных решетках кожухотрубного аппарата.
4. Схемы движения теплоносителей в пластинчатых теплообменных аппаратах.
5. Спиральные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и принцип работы.
6. Пластинчато-ребристые теплообменные аппараты.
7. Маркировка паровых и водяных калориферов и воздухоподогревателей.
8. Определение гидравлического сопротивления калориферов.
9. Тепловой баланса аппарата, с теплоносителями не меняющими фазового состояния, когда один из теплоносителей меняет фазовое состояние.
10. Что называется влажным газом. Абсолютная влажность воздуха и парциальное давление.
11. Обработка воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах.
12. Принцип работы скруббера, схема полого скруббера и скруббера с псевдоожиженной насадкой.
13. Конструкция выпарных аппаратов с паровым обогревом и естественной или искусственной циркуляцией раствора, аппараты пленочного типа.
14. Физико-химическая температурная депрессия и общая располагаемая разностью температур.
15. Определение концентрации раствора в ступени выпарного аппарата.

3.5. Курсовой проект

Курсовой проект является отдельным видом самостоятельной работы обучающегося, выполняемой согласно учебному плану по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, и требованиям к ее выполнению. Основная цель курсового проекта – закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных за время обучения, а также выработка умений и навыков самостоятельного применения обучающимися знаний для комплексного профессионального решения практических задач.

Курсовой проект должен удовлетворять следующим основным общим требованиям: четкость построения; логическая последовательность изложения материала; краткость и точность формулировок; конкретность изложения результатов работы; практическая направленность; грамотное оформление в соответствии с требованиями стандартов.

Индивидуальные задания на проектирование формируются с участием обучающихся, на основе предварительных расчетных данных полученных ими после составления расчетного перечня потребителей тепловой энергии по результатам прохождения преддипломной практики или выданных руководителем курсового проекта.

Тема курсового проекта: «Проектирование кожухотрубного теплообменного аппарата для систем теплоснабжения».

Курсовой проект выполняется и оформляется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовых проектов:

Методические указания по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование» для направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Сост.: И.Н. Попов // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ».

При подготовке курсового проекта используются материалы учебного пособия:

Проектирование теплообменных аппаратов для систем теплоснабжения предприятий [Текст]: учеб. пособие / Попов И.Н., Володин В.В., Глухарев В.А. // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» - Саратов: Техно-Декор, 2016 г. – 60 с. ISBN 978-5-903357-87-1.

Пример индивидуального задания на проектирование

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Факультет Инженерии и природообустройства

Кафедра «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____ /Абдразаков Ф.К./

Задание на курсовое проектирование
студенту____*Иванову А.А.*_____ __*1*__ курса *группы М-ТТ-101*
направления подготовки 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника
по дисциплине «Теплоэнергетическое, теплотехническое и теплотехнологическое оборудование»
на тему: **Проектирование теплообменного аппарата**

Вариант № *1*

1. Исходные данные к проекту:

$G_н$, кг/с	$t'_н$, ^{0}C	$t''_н$, ^{0}C	$t'_г$, ^{0}C	$t''_г$, ^{0}C	Схема движения теплоносителей - противоток Трубки в трубной доске расположены по вершинам равностороннего треугольника Материал трубок латунь
6,2	*5*	*45*	*100*	*55*	

2. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

1. Тепловой конструкторский расчет теплообменного аппарата;
2. Гидравлический расчет теплообменного аппарата;
3. Прочностной расчет теплообменного аппарата.

3. Перечень графического материала с точным указанием обязательных чертежей:

1. Сборочный чертеж кожухотрубного теплообменного аппарата.
2. Схема присоединения теплообменного аппарата.

4. Список рекомендуемой литературы:

1. Попов И.Н. Проектирование теплообменных аппаратов для систем теплоснабжения предприятий [Текст]: Учеб. пособие для студ. напр. Подготовки 13.04.01 – Теплоэнергетика и теплотехника / И.Н. Попов, В.В. Володин, В.А. Глухарев – Саратов: Техно-Декор, 2016. - 60 с.
2. Быстрицкий Г.Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий [Текст]: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.Ф. Быстрицкий – М.: Академия, 2003. – 304 с.
3. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов [Текст]. – Введ. 1996–07–01. – М.: ЦПП, 1997. – 78 с.

Дата выдачи задания _____ Срок сдачи студентом законченного проекта _____

Руководитель проекта_____ Задание принял к исполнению_____

3.6. Промежуточная аттестация

Контроль за освоением дисциплины «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование» и оценка уровня сформированности компетенций обучающегося по дисциплине (модулю) производится путем прохождения выходного контроля в виде экзамена, который проводится в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Вопросы, выносимые на экзамен

1. Тенденции развития теплогенерирующих установок
2. Типы теплогенерирующих установок и соответствующие методы производства тепловой энергии
3. Котельные установки на органическом топливе. Принцип преобразования и передачи энергии теплоносителю.
4. Процессы теплообмена, происходящие в топочной камере. Эффективность теплообмена в топке. КПД котельного агрегата.
5. Область применения водогрейных котлов. Основные марки теплофикационных водогрейных котлов и их конструктивное исполнение.
6. Барабанные парогенераторы. Конструкция и характеристики. Преимущества и недостатки барабанных паровых котлов.
7. Прямоточные парогенераторы. Конструкция и характеристики. Преимущества и недостатки прямоточных паровых котлов.
8. Энергетические и промышленные паровые котельные агрегаты. Отличительные характеристики и область их применения.
9. Котлы утилизаторы. Конструкция и области их использования.
10. Парогенератор атомного энергоблока. Конструктивные особенности и характеристики.
11. Геотермальные установки и системы теплоснабжения на их основе.
12. Гелиоустановки и энергоблоки на их основе. Образцы промышленных установок.
13. Типы, назначение и области применения турбинных энергетических установок. Осевые и радиальные турбины.
14. Типы паротурбинных установок и принципы действия паровых турбин. Преобразование энергии парового потока на рабочих лопатках.
15. Одно-, двух- и трехступенчатые, одно- и двухвенечные, активные и реактивные турбины.
16. Тепловой процесс паротурбинной ступени и её КПД. Соотношение паропроизводительности теплогенератора и мощности паровой турбины.
17. Типы газотурбинных установок и области их применения. Принцип работы и циклы ГТУ.
18. Термический, механический и эффективный КПД ГТУ. Эффективная мощность и удельный эффективный расход топлива ГТУ.
19. Парогазовые турбинные установки, особенности исполнения и область применения.

20. Характеристика промышленных потребителей теплоэнергетических ресурсов. Классификация теплоиспользующих установок.

21. Принцип работы рекуперативного и регенеративного теплообменника. Тепловой баланса аппарата.

22. Тепловой баланс рекуперативного теплообменного аппарата и основное уравнение теплопередачи.

23. Процесс теплопроводности, тепловой поток плоской и цилиндрической стенки. Гидродинамическая теория теплообмена.

24. Теплообменные рекуперативные аппараты. Типы аппаратов, конструкции и области их использования.

25. Теплообменные регенеративные аппараты. Область применения, конструкции и принцип работы регенеративных теплообменников.

26. Кожухотрубные паро-водяные и водо-водяные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и конструктивное исполнение.

27. Секционные кожухотрубные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема и принцип работы.

28. Спиральные рекуперативные теплообменные аппараты. Схема, принцип работы и область применения.

29. Пластинчатые теплообменные аппараты. Конструкция, принцип работы и область применения.

30. Паровые и водяные калориферы (теплообменные аппараты с оребренными трубами). Методика подбора водяного калорифера.

31. Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Испарители и конденсаторы смесительного типа.

32. Устройство и принцип действия термического деаэратора. Параметры процесса и качество деаэрации.

33. Конденсационные теплообменники для глубокой утилизации теплоты влажных газов.

34. Принцип работы полого скруббера и скруббера с псевдоожиженной насадкой. Обработка воздуха в прямоточных и противоточных скрубберах.

35. Классификация выпарных аппаратов. Принцип работы выпарных установок и сфера их применения. Конструкция выпарных аппаратов.

36. Опреснительные установки, схемы и принцип работы.

37. Принцип работы ректификационных установок и принципиальная схема ректификационной колонны.

38. Принцип работы и схема дистилляционной установки непрерывного действия. Ступени и контуры дистилляционной установки.

Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»

Кафедра «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

по дисциплине «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование»

1. Котельные установки на органическом топливе. Принцип преобразования и передачи энергии теплоносителю.
2. Типы газотурбинных установок и области их применения. Принцип работы и циклы ГТУ.
3. Определить термический КПД простого цикла ПТУ, приняв следующие параметры: давление пара и температура пара перед турбиной р =110 бар, t_0= 490 0С, давление пара в конденсаторе $p_к$ = 0,05 бар.

___.___.2019 г.

Зав. кафедрой _____ Ф.К. Абдразаков

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Теплоэнергетическое и теплотехническое оборудование» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных и выходного контролей (включая контроль самостоятельной работы).

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля, и заданий для текущего контроля разрабатываются исходя из специфики дисциплины.

4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 5.

Таблица 5

Уровень освоения компетен-ции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)	Описание
высокий	«отлично»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
базовый	«хорошо»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
пороговый	«удовлетвори-тельно»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«неудовлетвори-тельно»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

4.2.1. Критерии оценки устного ответа при входном контроле

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: теплотехнические процессы в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях; принципы функционирования источников и систем теплоснабжения предприятий;

умения: определять параметры систем энергообеспечения; выполнять теплотехнические расчеты; работать с нормативной документацией в энергетике.

Критерии оценки

отлично	- демонстрирует глубокие знания базового материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает материал, не затрудняясь с ответом; - самостоятельно обобщает и излагает материал базовых дисциплин, не допуская ошибок
хорошо	- демонстрирует достаточные знания базового материала; - грамотно и по существу излагает пройденный материал, не допускает существенных неточностей при ответе на вопрос; - самостоятельно обобщает и излагает материал базовых дисциплин, не допуская существенных ошибок

удовлетворительно	- излагает основной базовый материал, но не знает отдельных деталей; - допускает неточности, некорректные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала;
неудовлетворительно	- не знает значительной части программного материала базовых дисциплин (модулей); - допускает грубые ошибки при изложении программного материала базовых дисциплин (модулей)

4.2.2. Критерии оценки при текущем контроле

Критерии оценки при текущем контроле позволяют систематически отслеживать ход формирования компетенций обучающегося во время аудиторных занятий (практическое занятие; лабораторное занятие), путем оценки готовности применять теоретические положения при выполнении типовых расчетов по отдельным темам (разделам) дисциплины; выполнять лабораторные работы в заданной последовательности, используя необходимое оборудование, представлять отчет и делать развернутые и обоснованные выводы.

Критерии оценки при выполнении типовых расчетов

При выполнении типовых расчетов обучающийся демонстрирует:

знания: последовательность проведения расчетов с целью получения результатов, наиболее близких к требуемым;

умения: грамотно обосновывать принятые в ходе расчета решения;

владение навыками: применения теоретических положений при выполнении расчета.

Критерии оценки выполнения типовых расчетов

отлично	в процессе выполнения типового расчета обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, грамотно обосновал принятые решения, правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
хорошо	в процессе выполнения типового расчета обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые решения, правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
удовлетворительно	в процессе выполнения типового расчета обучающийся допустил неточности в расчетах, не оказывающие значительного влияния на конечный результат, не смог грамотно обосновать принятые решения, не правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
неудовлетворительно	в процессе выполнения типового расчета обучающийся допустил существенные неточности в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые решения, не смог правильно применить теоретические положения при выполнении расчета

Критерии оценки выполнения лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

знания: последовательности проведения опытов и измерений;

умения: представлять полученные результаты в виде отчета, формулировать развернутые и обоснованные выводы;

владение навыками: подбора и подготовки необходимого оборудования и инструмента, проведения измерений, анализа погрешностей.

Критерии оценки выполнения лабораторных работ

отлично	обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы; правильно выполнил анализ погрешностей; соблюдал требования безопасности труда.
хорошо	опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерении, было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
удовлетворительно	работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены не существенные ошибки, опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т. д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения.
неудовлетворительно	работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

4.2.3 Критерии оценки устного ответа при рубежном контроле

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: основное и вспомогательное теплоэнергетическое оборудование систем теплоснабжения; основные методы расчета теплоэнергетического оборудования и используемую при этом нормативную документацию;

умения: проводить тепловые конструктивные и гидравлические расчеты теплоэнергетического оборудования; проводить подбор оборудования, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми энергетическими характеристиками;

владение навыками: методами подбора серийного оборудования, и проектирования нового энергооборудования.

Критерии оценки устного ответа

отлично	- демонстрирует глубокие знания материала пройденных тем (разделов) дисциплины (модуля); - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает материал, не затрудняясь с ответом; - самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская ошибок; - свободно оперирует основными теоретическими положениями по проблематике излагаемого материала.
хорошо	- демонстрирует достаточные знания пройденного материала; - грамотно и по существу излагает пройденный материал, не допускает существенных неточностей при ответе на вопрос; - самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская существенных ошибок
удовлетворительно	- излагает основной пройденный материал, но не знает отдельных деталей; - допускает неточности, некорректные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала;
неудовлетворительно	- не знает значительной части программного материала пройденных тем (разделов) дисциплины (модуля); - допускает грубые ошибки при изложении программного материала; - с большими затруднениями решает ситуационные и практические задачи.

4.2.4 Критерии оценки курсового проекта

При выполнении курсового проекта обучающийся демонстрирует:

знания: принципов анализа инженерного решения в сфере профессиональной деятельности

умения: грамотно обосновывать принятые в ходе курсового проектирования решения

владение навыками: применения на практике полученных теоретических знаний

Критерии оценки выполнения курсового проекта

отлично	в процессе выполнения курсового проекта обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, грамотно обосновал принятые инженерные решения, правильно применил теоретические знания при выполнении курсового проекта
хорошо	в процессе выполнения курсового проекта обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, не смог грамотно обосновал принятые инженерные решения, правильно применил теоретические знания при выполнении курсового проекта
удовлетворительно	в процессе выполнения курсового проекта обучающийся допустил неточности в расчетах, не оказывающие значительного влияния на конечный результат, не смог грамотно обосновать принятые инженерные решения, не правильно применил теоретические знания при выполнении курсового проекта
неудовлетворительно	в процессе выполнения курсового проекта обучающийся допустил существенные неточности в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые инженерные решения, не смог правильно применить теоретические знания при выполнении курсового проекта

4.2.5 Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: основное и вспомогательное теплоэнергетическое оборудование систем теплоснабжения; основные методы расчета теплоэнергетического оборудования и используемую при этом нормативную документацию;

умения: проводить тепловые конструктивные и гидравлические расчеты теплоэнергетического оборудования; проводить подбор оборудования, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми энергетическими характеристиками;

владение навыками: методами подбора серийного оборудования, и проектирования нового энергооборудования.

Критерии оценки

отлично	– обучающийся демонстрирует знание основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования систем теплоснабжения; основных методов расчета теплоэнергетического оборудования и используемую при этом нормативную документацию, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; – уверенно умеет проводить тепловые конструктивные и гидравлические расчеты теплоэнергетического оборудования; проводить подбор оборудования, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми энергетическими характеристиками; – успешное и системное владение навыками подбора серийного оборудования, и проектирования нового энергооборудования.
хорошо	– знание материала, не допускает существенных неточностей; – в целом успешно, но не уверенно умеет проводить тепловые конструктивные и гидравлические расчеты теплоэнергетического оборудования; проводить подбор оборудования, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми энергетическими характеристиками; – в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение методиками подбора серийного оборудования, и проектирования нового энергооборудования.
удовлетворительно	– обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала; – в целом успешное, но не системное умение проводить тепловые конструктивные и гидравлические расчеты теплоэнергетического оборудования; проводить подбор оборудования, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми энергетическими характеристиками; – в целом успешное, но не системное владение методиками подбора серийного оборудования, и проектирования нового энергооборудования.

неудовлетворительно	– обучающийся не знает основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования систем теплоснабжения; основных методов расчета теплоэнергетического оборудования и используемую при этом нормативную документацию, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено; – не умеет проводить тепловые конструктивные и гидравлические расчеты теплоэнергетического оборудования; проводить подбор оборудования, в соответствии с его функциональным назначением и требуемыми энергетическими характеристиками, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено; – обучающийся не владеет методиками подбора серийного оборудования, и проектирования нового энергооборудования, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено.

Разработчик(и): доцент, Попов И.Н. _____ (подпись)

Разработчик(и): профессор, Глухарев В.А. _____ (подпись)