

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Эксплуатация и испытания турбоустановок**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дмитриев С.С.
	Идентификатор	R846d2b27-DmitriyevSS-53ab7859

С.С.
Дмитриев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867

О.М.
Митрохова

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Грибин В.Г.
	Идентификатор	R44612ca0-GribinVG-8231e2ff

В.Г. Грибин

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения

ИД-4 Разрабатывает предложения по повышению эффективности и надежности эксплуатации объектов профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест №2 "Особенности ведения пусков и остановов ПТУ" (Тестирование)
2. Тест №3. "Действия персонала в аварийных ситуациях" (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 "Расчет технико-экономических показателей ПТУ при работе на конденсационном, теплофикационном и режиме противодавления" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 "Оценка надежности работы лопаток регулирующей ступени на режиме одного полностью открытого клапана при сопловом парораспределении" (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 "Оценка надежности работы ПТУ при отклонении начального давления " (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 "Оценка надежности работы ПТУ при отклонении начальной температуры" (Контрольная работа)
5. Контрольная работа №5 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ типа Р при уменьшении противодавления " (Контрольная работа)
6. Контрольная работа №6 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ с удаленными рабочими лопатками регулирующей ступени" (Контрольная работа)
7. Контрольная работа №7 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ с удаленными промежуточными ступенями или отдельными решетками (Контрольная работа)
8. Тест №1 "Основные параметры ПТУ, контролируемые во время работы" (Тестирование)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %										
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
	Срок КМ:	2	4	6	8	9	10	12	13	15	16
Принципы эксплуатации ПТУ: надежность,											

экономичность и маневренность										
Принципы эксплуатации ПТУ: надежность, экономичность и маневренность	+	+	+							
Классификация режимов работы. Особенности эксплуатации ПТУ на различных режимах работы при различных системах парораспределения										
Классификация режимов работы. Особенности эксплуатации ПТУ на различных режимах работы при различных системах парораспределения				+	+	+				
Особенности эксплуатации ПТУ при вынужденных изменениях в составе проточной части										
Особенности эксплуатации ПТУ при вынужденных изменениях в составе проточной части							+	+		
Порядок проведения пусков, остановов и переходных режимов ПТУ										
Порядок проведения пусков, остановов и переходных режимов ПТУ									+	+
Вес КМ:	5	15	15	10	10	10	10	10	5	10

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-4ПК-2 Разрабатывает предложения по повышению эффективности и надежности эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Знать: необходимые действия персонала паротурбинных установок в различных аварийных ситуациях порядок ведения переходных режимов, пусков и остановов паротурбинных установок причины и характер изменений, возникающих в надежности и экономичности при эксплуатации паротурбинных установок на различных режимах и вынужденных изменениях в составе проточной части основные параметры паротурбинных установок, контролируемые во время эксплуатации и пределы их допустимого изменения Уметь: анализировать и оценивать	Тест №1 "Основные параметры ПТУ, контролируемые во время работы" (Тестирование) Контрольная работа №1 "Расчет технико-экономических показателей ПТУ при работе на конденсационном, теплофикационном и режиме противодавления" (Контрольная работа) Контрольная работа №2 "Оценка надежности работы лопаток регулирующей ступени на режиме одного полностью открытого клапана при сопловом парораспределении" (Контрольная работа) Контрольная работа №3 "Оценка надежности работы ПТУ при отклонении начального давления " (Контрольная работа) Контрольная работа №4 "Оценка надежности работы ПТУ при отклонении начальной температуры" (Контрольная работа) Контрольная работа №5 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ типа Р при уменьшении противодавления " (Контрольная работа) Контрольная работа №6 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ с удаленными рабочими лопатками регулирующей ступени" (Контрольная работа) Контрольная работа №7 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ с удаленными промежуточными ступенями или отдельными решетками (Контрольная работа) Тест №2 "Особенности ведения пусков и остановов ПТУ" (Тестирование) Тест №3. "Действия персонала в аварийных ситуациях" (Тестирование)

		изменения в надежности и экономичности эксплуатации паротурбинных установок с вынужденными изменениями в составе проточной части анализировать и оценивать изменения в надежности и экономичности при эксплуатации паротурбинных установок с отклонением основных параметров от номинальных рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок при работе на конденсационном и теплофикационном режимах, а также в режиме противодействия	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест №1 "Основные параметры ПТУ, контролируемые во время работы"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдается задание. Ответ должен быть дан в письменной форме. Время выполнения - 25 минут.

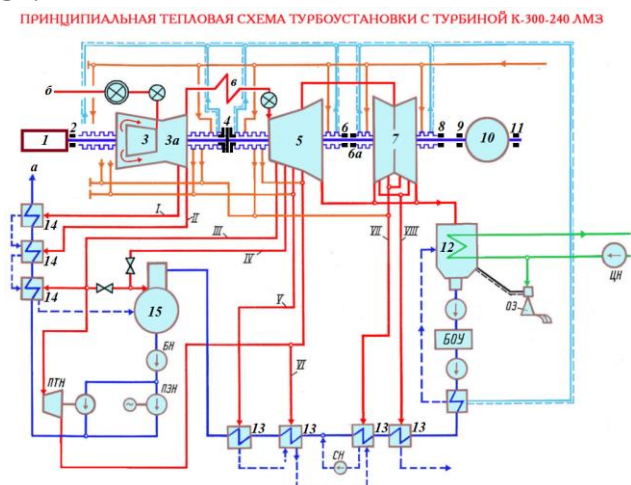
Краткое содержание задания:

Описать элементы принципиальной тепловой схемы турбоустановки

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные параметры паротурбинных установок, контролируемые во время эксплуатации и пределы их допустимого изменения

1. Запишите обозначенные цифрами (от 1 до 15) и буквами ("а", "б" и "в") элементы ПТУ и какие параметры в них контролируются при работе: (допустимо применять общепринятые сокращения). Включая элементы ПТУ, общее количество позиций, которые необходимо указать при выполнении теста - 57.



Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно указано не менее 90% позиций.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно указано не менее 80% позиций.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно указано не менее 60% позиций.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно указано менее 60 %позиций.

КМ-2. Контрольная работа №1 "Расчет технико-экономических показателей ПТУ при работе на конденсационном, теплофикационном и режиме противодавления"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут.

Краткое содержание задания:

Теплофикационная К-турбина Т-110/120-130-5МО производства ЗАО "УТЗ" работает в чисто конденсационном режиме при номинальных параметрах $D_{00} = 430$ т/ч; $p_{00} = 12,8$ МПа (потери давления в регулирующих клапанах 5%); $t_{00} = 555^\circ\text{C}$; $p_k = 6$ кПа и выдает мощность на клеммах ЭГ $N_{\Sigma} = 120$ МВт. КПД $\eta_{пг} = 0,9$; $\eta_{тр} = 0,98$; $\eta_{\text{эг}} = \eta_{\text{м}} = 0,99$; $N_{\text{сн}} = 0,05N_{\Sigma}$ э. Считать $\eta_{oi} = \text{const}$ для всей проточной части.

Изобразить схему процесса в h,s -диаграмме с необходимыми для расчетов обозначениями характерных точек. Определить удельный расход УТ по станции НЕТТО. Та же турбина при работе по тепловому графику выдает тепловую мощность 175 Гкал/ч. Для простоты считать теплофикационный отбор одноступенчатым с давлением в отборе 2,5 кг/см². КПД сетевого подогревателя $\eta_6 = 0,98$. До отбора $\eta_{oi} = \eta_{oi}$ на конденсационном режиме, а проточная часть после отбора имеет η_{oi} на 10% меньший). ПТУ работает при параметрах $D_0 = 470$ т/ч; $p_{00} = 12,8$ МПа (потери давления в регулирующих клапанах 5%); $t_{00} = 555^\circ\text{C}$; $p_k = 6$ кПа. Мощность на собственные нужды - та же, что и при конденсационном режиме.

Определить:

А. Электрическую мощность на клеммах ЭГ.

Б. Удельную выработку ЭЭ на тепловом потреблении;

В. Удельный расход УТ по станции НЕТТО по физическому и абсолютному методу.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные параметры паротурбинных установок, контролируемые во время эксплуатации и пределы их допустимого изменения	1.Изобразить схему процесса в h,s -диаграмме с необходимыми для расчетов обозначениями характерных точек.
Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок при работе на конденсационном и теплофикационном режимах, а также в режиме противодавления	1.Определить удельный расход УТ по станции НЕТТО. 2.Определить: А. Электрическую мощность на клеммах ЭГ. Б. Удельную выработку ЭЭ на тепловом потреблении; В. Удельный расход УТ по станции НЕТТО по физическому и абсолютному методу.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи, либо не более двух параметров определены по

справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если: либо правильно решено не менее 70% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 70% задачи.

КМ-3. Контрольная работа №2 "Оценка надежности работы лопаток регулирующей ступени на режиме одного полностью открытого клапана при сопловом парораспределении"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут.

Краткое содержание задания:

В конденсационной ПТУ ($p_k = 6$ кПа) без отборов начальные параметры $p_{00} = 12,8$ МПа и $t_{00} = 550^\circ\text{C}$. ПТУ выполнена с сопловым парораспределением с чисто активной 1-венечной регулирующей ступенью со средним диаметром 0,9 м и располагаемым теплоперепадом на номинальном режиме в 65 кДж/кг, $n = 50$ 1/с. Три клапана системы парораспределения обеспечивают режим номинальной мощности в 100 МВт на конденсационном режиме. Число сопел в сопловых сегментах соответствующих РК соотносятся как $z_1:z_2:z_3 = 1:1:1$. На номинальном режиме ПТУ $\eta_{\text{оз}} = 0,75$, $\epsilon_{\text{опт}} = 0,65$. Пренебречь изменением температуры в камере Р.СТ., а $\eta_{\text{ол}} = 0,7$ считать для нее постоянным при разных режимах.

Определить опасность поломки сопловых и рабочих лопаток регулирующей ступени на режиме одного полностью открытого клапана, если в ней используются следующие профили: С-90-12А, хорда 50 мм, оптимальный относительный шаг - в диапазоне 0,72 - 0,87, $W_{\text{min}} = 0,575$ см³; Р-26-17А, хорда 25 мм, оптимальный относительный шаг - в диапазоне 0,60 - 0,70, $W_{\text{min}} = 0,225$ см³; $\mu_c = \mu_p = 0,98$.

Допустимые напряжения на изгиб: $[\sigma_{\text{р.л.}}] = 20$ МПа, $[\sigma_{\text{с.л.}}] = 100$ МПа. Сделать необходимые выводы по результатам расчетов.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели паротурбинных установок при работе на конденсационном и теплофикационном режимах, а также в режиме противодавления	1.Определить опасность поломки сопловых и рабочих лопаток регулирующей ступени на режиме одного полностью открытого клапана.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно, но не доделано не более 10% задачи; либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если: либо правильно решено не менее 70% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 70% задачи.

КМ-4. Контрольная работа №3 "Оценка надежности работы ПТУ при отклонении начального давления "

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут.

Краткое содержание задания:

ПТУ без отборов, состоящая из унифицированных ступеней с полным подводом пара ($e = 1$) работает на номинальном режиме при $p_{00} = 10$ МПа, $t_{00} = 520^\circ\text{C}$, $p_z = 1,5$ МПа. Внезапно на 15% увеличилась мощность ПТУ. Приборы показали, что $t_{00} = \text{const}$, а $p_{00} \uparrow$. Считать, что на новом режиме p_{0i} остался постоянным. Определить новое начальное давление p_0 .

Как изменится мощность у ПТУ при новом p_0 , равном $(p_{00} + [\Delta p_{00}])$ и $t_{00} = \text{const}$.

Что делать в этой ситуации машинисту ПТУ? Рассмотреть два случая: - турбина работает на большую эл. сеть; - турбина работает на индивидуального потребителя.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать и оценивать изменения в надежности и экономичности при эксплуатации паротурбинных установок с отклонением основных параметров от номинальных	1. Определить новое начальное давление p_0 , если внезапно на 15% увеличилась мощность ПТУ.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность и даны правильные рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи; либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность; либо не полностью даны и обоснованы правильные рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если: либо правильно решено не менее 70% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза; либо не даны правильные рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 70% задачи.

КМ-5. Контрольная работа №4 "Оценка надежности работы ПТУ при отклонении начальной температуры"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут.

Краткое содержание задания:

ПТУ без отборов, состоящая из унифицированных ступеней с полным подводом пара ($\epsilon = 1$) работает на номинальном режиме при $p_{00} = 10$ МПа, $t_{00} = 520^\circ\text{C}$, $p_z = 1,5$ МПа.

Внезапно на 5% увеличилась мощность ПТУ. Приборы показали, что $p_{00} = \text{const}$, а $t_{00} \uparrow$.

Считать, что на новом режиме η_{oi} остался постоянным. Определить новую начальную температуру t_0 .

1. Как изменится мощность у ПТУ при новой t_0 , равной $(t_{00} + [\Delta t_{00}])$ и $p_{00} = \text{const}$.
2. Как изменится ресурс ПТУ, если исходный был равен 200000 час.
3. Что делать в этой ситуации машинисту ПТУ.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать и оценивать изменения в надежности и экономичности при эксплуатации паротурбинных установок с отклонением основных параметров от номинальных	1. Определить новую начальную температуру t_0 .
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность и даны правильные рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи; либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность; либо не полностью даны и обоснованы правильные рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если: либо правильно решено не менее 70% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза; либо не даны правильные рекомендации по дальнейшей эксплуатации.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 70 % задачи.

КМ-6. Контрольная работа №5 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ типа Р при уменьшении противодавления "

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут.

Краткое содержание задания:

В Р-турбине перед отсеком нерегулируемых ступеней с номинальными параметрами $p_{00нс} = 5 \text{ МПа}$, $t_{00нс} = 450^\circ\text{C}$, $p_z = 1,0 \text{ МПа}$ $\eta_{oinc} = 0,85 = \text{const}$.

С ростом отпуска пара потребителю противодавление уменьшилось до $p_{zn} = 0,7 \text{ МПа}$.

Отсек нерегулируемых ступеней спроектирован из унифицированных профилей:

отношение $U/C\phi = 0,45$; $dk = \text{const} = 0,70 \text{ м}$; $n = 50 \text{ 1/с}$; $d_{cp1} = 0,73 \text{ м}$.

Режим течения везде - докритический.

Как изменится с точки зрения надежности работа диафрагмы и РЛ последней ступени.

Провести соответствующую оценку.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать и оценивать изменения в надежности и экономичности при эксплуатации паротурбинных установок с отклонением основных параметров от номинальных	1.Провести соответствующую оценку изменения с точки зрения надежности работа диафрагмы и РЛ последней ступени
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи; либо не более двух параметров определены по

справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если: либо правильно решено не менее 70% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 70% задачи.

КМ-7. Контрольная работа №6 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ с удаленными рабочими лопатками регулирующей ступени"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут.

Краткое содержание задания:

В турбине с противодавлением $p_{00} = 9$ МПа, $t_{00} = 550^\circ\text{C}$, $p_z = 0,5$ МПа, $G_{00} = 10$ кг/с и $N_i = 6$ МВт удалены РЛ чисто активной регулирующей ступени со следующими параметрами на номинальном режиме: $t_{крс} = 490^\circ\text{C}$, $p_{крс} = 5,5$ МПа.

1. Как при этом изменится ресурс отсека нерегулируемых ступеней ПТУ, если установленный ресурс до аварии составлял 100 тыс. час?
2. Как при $p_{00} = \text{const}$ надо изменить t_{00} , чтобы температурный режим оставшихся нерегулируемых ступеней не изменился? Изобразить качественно процесс в h,s -диаграмме.
3. Как при этом изменится N_i ПТУ, если для нерегулируемых ступеней $\eta_{oi} = \text{const}$? Определить его.
4. На сколько можно восстановить мощность ПТУ, если увеличить давление и температуру перед отсеком нерегулируемых ступеней в допустимых ГОСТ пределах? Как при этом изменятся начальные параметры перед ПТУ. Оценить их допустимость по ГОСТ.
5. Определить для регулирующей ступени ее тип и η_{oi} при известном среднем диаметре 0,9 м.
6. Определить, какая начальная температура будет иметь место перед отсеком нерегулируемых ступеней при тех же p_{00} и t_{00} .

Контрольные вопросы/задания:

Знать: причины и характер изменений, возникающих в надежности и экономичности при эксплуатации паротурбинных установок на различных режимах и вынужденных изменениях в составе проточной части	1. Как изменится ресурс отсека нерегулируемых ступеней ПТУ в случае удаления РЛ чисто активной регулирующей ступени, если установленный ресурс до аварии составлял 100 тыс. час?
Уметь: анализировать и оценивать изменения в	1. Определить для регулирующей ступени ее тип и η_{oi} при известном среднем диаметре 0,9 м.

надежности и экономичности эксплуатации паротурбинных установок с вынужденными изменениями в составе проточной части	
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи; либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если: либо правильно решено не менее 70% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 70% задачи.

КМ-8. Контрольная работа №7 "Оценка надежности эксплуатации ПТУ с удаленными промежуточными ступенями или отдельными решетками"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут.

Краткое содержание задания:

В активной К-турбине $p_{00} = 4$ МПа, $t_{00} = 450^\circ\text{C}$ удалены диафрагмы и РЛ промежуточной ступени № 6. Принять $d_6 = d_5 = 1,0$ м, $n = 50$ 1/с. До удаления ступеней за РЛ ступени №6 $p_{к6} = 0,5$ МПа, $t_{к6} = 220^\circ\text{C}$. КПД η_{oi} ступеней 5 и 6 до удаления был приблизительно одинаковый и составлял 0,7.

1. Какие действия необходимо предпринять, чтобы напряжения в сопловых и рабочих лопатках этой ступени не превышали расчетных?
2. Определить, какая из оставшихся ступеней ПТУ окажется в наихудшем положении с точки зрения надежности при неизменном расходе в ПТУ. Оценить это. Задаться необходимыми параметрами.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: причины и характер изменений, возникающих в надежности и экономичности при эксплуатации паротурбинных установок на различных режимах и	1. Какие действия необходимо предпринять, чтобы напряжения в сопловых и рабочих лопатках этой ступени не превышали расчетных?
---	---

вынужденных изменениях в составе проточной части	
Уметь: анализировать и оценивать изменения в надежности и экономичности эксплуатации паротурбинных установок с вынужденными изменениями в составе проточной части	1.Определить, какая из оставшихся ступеней ПТУ окажется в наихудшем положении с точки зрения надежности при неизменном расходе в ПТУ.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если задача решена в целом верно: либо не доделано не более 10% задачи; либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если: либо правильно решено не менее 70% задачи; либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки; либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно решено менее 70% задачи.

КМ-9. Тест №2 "Особенности ведения пусков и остановов ПТУ"

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент выбирает правильное действие персонала из предлагаемых вариантов и отмечает его. Время выполнения 45 минут.

Краткое содержание задания:

Тест состоит из 10 заданий, в каждом из которых описаны ситуации при пуске и останове ПТУ Т-100-130.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: порядок ведения переходных режимов, пусков и остановов паротурбинных установок	1.Во время планового останова турбины после закрытия стопорных и регулирующих клапанов, а также поворотных диафрагм по показаниям мегаваттметра турбина по-прежнему развивала некоторую мощность. Варианты возможных действий 1. Подать на главный щит управления сигнал "МАШИНА В ОПАСНОСТИ"; получить инструкции для дальнейших действий. 2. Нажать кнопки "Закрытие" электроприводов ГПЗ и
---	--

	завдвижек на отборах; подать на главный щит управления сигнал "МАШИНА В ОПАСНОСТИ"; отключить генератор от сети и выполнять последующие операции по останову турбины. 3 Нажать кнопки "Закрытие" электроприводов ГПЗ и задвижек на отборах; подать на главный щит управления сигнал "МАШИНА В ОПАСНОСТИ" и наблюдать за показаниями реле обратной мощности, как только электрическая нагрузка станет равной нулю, отключить генератор от сети и выполнять последующие операции по останову турбины. 4. Нажать кнопки "Закрытие" электроприводов ГПЗ и задвижек на отборах; нажать кнопку "Открытие" электропривода задвижки аварийного срыва вакуума; подать на главный щит управления сигнал "МАШИНА В ОПАСНОСТИ" и наблюдать за показаниями реле обратной мощности, как только электрическая нагрузка станет равной нулю, отключить генератор от сети и выполнять последующие операции по останову турбины.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 90% всех заданий.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 80% всех заданий.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 60% всех заданий.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено менее 60% всех заданий.

КМ-10. Тест №3. "Действия персонала в аварийных ситуациях"

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент выбирает правильное действие персонала из предлагаемых вариантов и отмечает его. Время выполнения 90 минут

Краткое содержание задания:

Тест состоит из 20 заданий, в каждом из которых описаны аварийные ситуации при эксплуатации ПТУ Т-100-130.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: необходимые действия персонала паротурбинных установок в различных	1.Идет нагружение турбины. По указателю осевого положения ротора зафиксирован резкий осевой сдвиг ротора (валопровода) турбины на 1,3
---	--

аварийных ситуациях	мм и на дистанционном щите управления загорелся сигнал "ОСЕВОЙ СДВИГ РОТОРА НЕДОПУСТИМ". Варианты возможных действий 1. Подать на главный щит управления сигнал "МАШИНА В ОПАСНОСТИ"; получить инструкции для дальнейших действий. 2. Подать на главный щит управления сигнал "МАШИНА В ОПАСНОСТИ"; немедленно с помощью механизма управления турбиной (МУТ) разгрузить турбину до уровня, при котором осевое положение валопровода восстановится до нормального. 3. Прекратить доступ пара в турбину с дистанционного щита управления или нажатием на кнопку выключения турбины на стуле переднего подшипника; убедиться по световым сигналам в закрытии стопорного и регулирующих клапанов, а также регулирующих диафрагм; с помощью реле обратной мощности убедиться в полном снятии электрической нагрузки, отключить электрический генератор от сети; нажать кнопки "Закрытие" электроприводов ГПЗ и задвижек на отборах; подать на главный щит управления сигнал "МАШИНА В ОПАСНОСТИ" и выполнять последующие операции по останову турбины. 4. Прекратить доступ пара в турбину с дистанционного щита управления или нажатием на кнопку выключения турбины на стуле переднего подшипника; убедиться по световым сигналам в закрытии стопорного и регулирующих клапанов, а также регулирующих диафрагм; с помощью реле обратной мощности убедиться в полном снятии электрической нагрузки, отключить электрический генератор от сети; нажать кнопки "Закрытие" электроприводов ГПЗ и задвижек на отборах и кнопку "Открытие" электропривода задвижки аварийного срыва вакуума; подать на главный щит управления сигнал "МАШИНА В ОПАСНОСТИ" и выполнять последующие операции по останову турбины
---------------------	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 90% всех заданий.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 80% всех заданий.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 60% всех заданий.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено не менее 60% всех заданий.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Понятие надежности работы ПТУ. Комплексные показатели надежности. Характеристика надежности эксплуатации и жизни технического объекта. Отказ и безотказность работы, их связь. Зависимость интенсивности отказов технического объекта при ремонтах. Понятие ресурса ПТУ.
2. Задача.
Расчет переменного режима регулирующей ступени ПТУ при сопловом парораспределении и оценка надежности на разных частичных режимах.

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена. Экзаменационный билет включает теоретический вопрос и практическую задачу. Время на подготовку - не более 60 мин. Время опроса - не более 30 мин.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-2} Разрабатывает предложения по повышению эффективности и надежности эксплуатации объектов профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Примеры теоретических вопросов:

1. Понятие надежности работы ПТУ. Комплексные показатели надежности. Характеристика надежности эксплуатации и жизни технического объекта. Отказ и безотказность работы, их связь. Зависимость интенсивности отказов технического объекта при ремонтах. Понятие ресурса ПТУ.
2. Особенности эксплуатации ПТУ в РФ. Обобщенный график суточной электрической нагрузки. Понятие маневренности ПТУ, показатели маневренности. Классификация режимов работы ПТУ. Особенности стационарных номинальных режимов ПТУ.
3. Эксплуатация ПТУ на частичных стационарных режимах. Основные зависимости. Критерии надежной работы сопловых и рабочих лопаток ПТУ при изменении режима работы.
4. Дроссельное парораспределение. Ограничения по надежности при эксплуатации конденсационной ПТУ при дроссельном парораспределении.
5. Сопловое парораспределение. Изменение надежности по ступеням при регулировании мощности при классическом сопловом парораспределении.
6. Практическая реализация частичных режимов ПТУ при сопловом парораспределении.
7. Влияние отклонения начального давления на работу ПТУ с точки зрения надежности и экономичности.
8. Влияние отклонения начальной температуры на работу ПТУ с точки зрения надежности и экономичности.
9. Способы изменения расхода пара в турбину. Изменение температуры в проточной части при изменении расхода ПТУ. Изменение экономичности ПТУ в зависимости от типа парораспределения и способа регулирования нагрузки.

10. Преимущества использования скользящего давления для режимов разгрузочных-нагрузочных для ПТУ с дроссельным и сопловым парораспределением.
 11. Влияние изменения конечного давления на работу ПТУ.
 12. Особенности нестационарных режимов работы ПТУ.
 13. Классификация пусковых режимов и их особенности. Пуск неблочных ПТУ из холодного состояния. Пусковая схема.
 14. Пуск ПТУ. Особенности пуска блочных ПТУ с барабанными котлами.
 15. Пуск ПТУ. Особенности пуска блочных ПТУ с прямоточными котлами.
 16. Останов ПТУ. Явления, возникающие при останове ПТУ. Аварийный останов ПТУ.
2. Типы практических задач:

1. Расчет показателей экономичности ПТУ на конденсационном и теплофикационном режимах и режиме противодавления.
2. Расчет переменного режима регулирующей ступени ПТУ при сопловом парораспределении и оценка надежности на разных частичных режимах.
3. Оценка надежности работы ПТУ при отклонении начальных параметров.
4. Оценка надежности работы ПТУ типа Р при отклонении конечных параметров.
5. Оценка надежности работы ПТУ с удаленными ступенями и отдельными решетками.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Задания формируются случайным образом из базы заданий. В тестирование включены теоретические вопросы, предполагающие либо выбор одного верного ответа из предложенных, либо нескольких верных ответов из предложенных вариантов, и задания свободного изложения и(или) небольшие вычислительные задачи на основе КМ

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено практическое задание и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных процессов и явлений или решения задач.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся до-пускает негрубые ошибки.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если практическое задание не выполнено и не даны ответы на вопросы экзаменационного билета; либо не выполнены критерии для оценки 3 («удовлетворительно»).

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.