

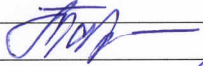
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПРИЕМ 2017 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Теория турбомашин

Направление подготовки/ специальность	13.03.03 Энергетическое машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Энергетическое машиностроение		
Специализация	Эксплуатация и обслуживание оборудования газокompрессорных станций		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Заворин А.С.
		Тайлашева Т.С.
		Ромашова О.Ю.

2020 г.

1. Роль дисциплины «Теория турбомашин» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
					Код	Наименование
Теория турбомашин	6	ОПК(У)-3	Способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках	Р7	ОПК(У)-3.В9	Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования
					ОПК(У)-3.У9	Умеет оценивать технологические параметры работы оборудования для сжигания натуральных топлив
					ОПК(У)-3.39	Знает свойств натуральных топлив и продуктов их сгорания, а также углеводородных смесей и газовых конденсатов
					ОПК(У)-3.У10	Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования
					ОПК(У)-3.310	Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД1	Знать устройство турбомашин и термодинамические процессы, происходящие в них и их ступенях, уметь рассчитывать параметры и скорости рабочего тела.	ОПК(У)-3	Циклы и параметры турбоустановок; Газотурбинные и парогазовые установки; Особенности конструкции турбомашин.	Опрос, Тестирование, Контрольная работа Индивидуальное домашнее задание Экзамен
РД2	Использовать методы термодинамического анализа циклов для анализа и расчета термодинамической эффективности турбоустановок.	ОПК(У)-3	Тепловой процесс в турбинной ступени; Многоступенчатые паровые турбины.	Опрос, Тестирование, Контрольная работа Индивидуальное домашнее задание Экзамен
РД3	Определять качественные и количественные показатели работы турбомашин.	ОПК(У)-3	Многоступенчатые паровые турбины; Газотурбинные и парогазовые установки	Опрос, Тестирование, Контрольная работа Индивидуальное домашнее задание Экзамен

РД4	Анализировать изменение параметров и показателей работы турбомашин в процессе испытаний и эксплуатации для выбора надежных и оптимальных режимов.	ОПК(У)-3	Переменный режим турбины; Регулирование, защита, маслоснабжение турбины	Опрос, Тестирование, Контрольная работа Индивидуальное домашнее задание Экзамен
-----	---	----------	--	---

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий	Зачет балл	Определение оценки
75%÷100%	15 ÷ 20	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
50% - 74%	10 ÷ 14	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
25% -49%	5 ÷ 9	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 24%	0 ÷ 4	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Опрос	<i>Примерный перечень вопросов по теме «Газотурбинные установки»</i> 1. КПД теоретического и действительного циклов ГТУ простого типа ($P = \text{const}$) 2. Оптимальная степень сжатия воздуха в компрессоре. 3. Коэффициент полезной работы ГТУ 4. Влияние давления воздуха за компрессором на КПД компрессора 5. Влияние температуры газа перед турбиной на термический КПД цикла ГТУ. 6. Способы изменения мощности ГТУ 7. Способы повышения КПД циклов ГТУ 8. Особенности проектирования газовой турбины (по сравнению с паровой)
2.	Тестирование	<i>Пример теста по теме «Газотурбинные установки»</i> 1. ГТУ может работать на 1. природном газе и легком жидком топливе 2. любом топливе 3. твердом топливе 4. твердом и жидком топливе 2. В ПГУ электрическая мощность вырабатывается 1. в паровой и газовой турбинах 2. только в газовой турбине 3. только в паровой турбине 4. в газовой турбине и компрессоре 3. В парогазовых установках сбросного типа котел-утилизатор устанавливают 1. после газовой турбины 2. после камеры сгорания 3. после компрессора 4. перед компрессором 5. перед газовой турбиной 4. Топливо в газотурбинной установке простого типа подводится к 1. камере сгорания 2. газовой турбине 3. паровому котлу 4. теплообменнику-регенератору 5. Как меняется давление рабочего тела в газовой турбине? 1. понижается всегда 2. повышается всегда 3. не меняется 4. повышается при наличии дожимного компрессора 6. Как меняется температура воздуха за компрессором при повышении степени сжатия в компрессоре

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
		1. повышается всегда 2. понижается всегда 3. не меняется 4. не меняется при постоянной температуре наружного воздуха 7. Работа компрессора на сжатие 1 кг воздуха в реальном цикле ГТУ по сравнению с теоретическим 1. увеличивается 2. снижается 3. не меняется
3.	Контрольная работа	<i>Примерный перечень вопросов для подготовки к контрольной работе</i> Тема 1. Внутренний относительный КПД ступени. 1. Внутренний относительный КПД. Внутренняя мощность ступени. Формула и физический смысл потерь в ступени. 2. Теоретический процесс расширения пара в лабиринтовом уплотнении. 3. Способы снижения потери от утечек через уплотнение турбины. 4. Потери от парциального подвода пара. Причины проектирования ступеней с парциальностью меньше 1. 5. Физические причины появления потери от влажности. Тема 2. Многоступенчатые турбины 1. Преимущества многоступенчатых турбин по сравнению с одноступенчатыми 2. Коэффициент использования выходной скорости предыдущей ступени в последующей. Графическая иллюстрация. 3. Коэффициент возврата теплоты. 4. Недостатки многоступенчатых турбин 5. Осевые усилия, действующие на ротор турбины. Составляющие общего усилия. Расчетные формулы с пояснениями. 6. Способы уравнивания осевого усилия. Тема 3. Основы проектирование турбин. 1. Оптимальный теплоперепад ступени. 2. Предельная мощность турбины. Понятие. Чем определяется? 3. Уравнение неразрывности для выходного сечения сопловой решетки. 4. Расчет электрической мощности для турбины с отборами. Тема 4. Переменный режим работы турбины 1. Зависимость Стодолы-Флюгеля для отсека турбины. 2. Расчет параметров пара по проточной части конденсационной турбины при изменении расхода острого пара 3. Причины изменения тепловой экономичности ступени в переменном режиме. 4. Характеристика дроссельной системы парораспределения. Процесс расширения пара при частичной нагрузке. 5. Характеристика сопловой системы парораспределения. Процесс расширения пара при частичной нагрузке. 6. Момент турбины. Расчетная формула. 7. Моментные характеристики турбины и генератора. Саморегулирование. 8. Статическая характеристика турбины.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		9. Схема простейшей системы регулирования турбины. Назначение основных элементов.
4.	Практическое задание	<i>Пример практической задачи</i> Тема: Коэффициент возврата теплоты Определить для двух вариантов исходных данных: - внутренний относительный КПД многоступенчатой турбины; - физический коэффициент возврата теплоты и сравнить его с рекомендуемой формулой. Исходные данные: • начальные параметры: $p_0=6,0$ МПа, $t_0=340$ °С; • конечное давление: $p_k=5$ кПа; • число ступеней: вариант I – 5, вариант II – 8; • внутренний относительный КПД каждой ступени: 0,83; • распределение теплоперепадов по основной изоэнтропе: <i>равномерное</i>.
5.	Индивидуальное домашнее задание	<i>Пример индивидуального домашнего задания «Разбивка теплоперепадов по ступеням паровой турбины»</i> Определить число ступеней в ЧВД (до отбора) и ЧНД (после отбора) паротурбинной установки ТЭС и теплоперепады на каждую ступень, если для проектирования заданы следующие параметры: <u>Исходные данные:</u> • Начальные параметры пара (за котлом) P_0, t_0 ; • конечное давление P_K ; • давление в регенеративном отборе (P_1) или температура питательной воды $t_{пв}$; • Тип регенеративного подогревателя (поверхностный или смешивающий); • Номинальная электрическая мощность турбины $N_{э}^H$; • Режим работы турбины (базовый или пиковый); • Число оборотов, п. <u>Дополнительные исходные данные:</u> • Средний диаметр первой ступени d_1 • Потери давления в стопорном и регулирующем клапанах турбины (СРК) δP_0, % от P_0. • Потери в выхлопном патрубке δP_K, % от P_K. <u>Принять:</u> • $\eta_{oi}=0,85-0,89$; $\eta_M=0,995$; $\eta_r=0,997$. • Недогрев воды до температуры насыщения пара $v=(3-5)$ °С. <u>Задачи:</u> 1. Рассчитать тепловую схему ПТУ с целью определения расхода пара по проточной части 1.1. Построить процесс расширения пара в турбине; 1.2. Определить параметры рабочего тела в характерных точках; 1.3. Составить и решить уравнения теплового и материального балансов для регенеративного подогревателя; 1.4. Рассчитать расход пара на турбину и в конденсатор. 2. Найти предельную мощность турбины и определить число выхлопов ЧВД (1 бал) 3. Выполнить разбивку теплоперепадов для ЧВД, задав постоянным корневой диаметр . 4. Выполнить разбивку теплоперепадов для ЧНД, задав изменение среднего диаметра по прототипу.

Оценочные мероприятия

Примеры типовых контрольных заданий

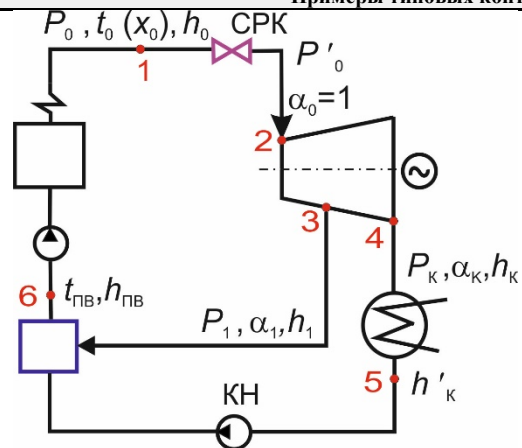


Рис. 1 Схема ПТУ со смешивающим РП

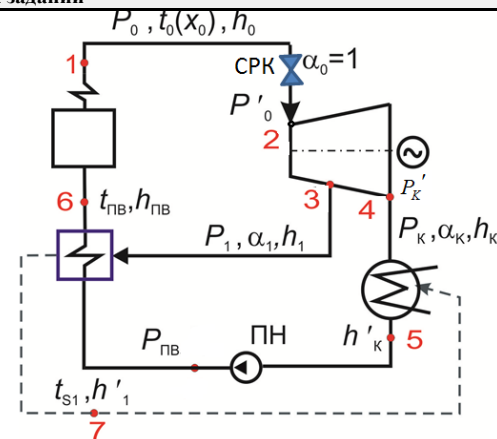


Рис. 2 Схема ПТУ с поверхностным РП

Исходные данные по вариантам

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$N_{\text{э}}^H$, МВт	100	100	100	100	100	100	150	150	100	200	300
P_0 , МПа	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0
$t_0, ^\circ\text{C}(x_0)$	500	500	510	0,995	1,0	0,998	520	520	520	530	1,0
P_K , МПа	0,005	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,006	0,006	0,004	0,004	0,004
P_1	0,1	0,5	-	-	0,1	0,5	-	-	0,1	0,5	1,0
$t_{\text{ПВ}}, ^\circ\text{C}$	-	-	120	180	-	-	120	180			
δP_0 , %	5	7	5	4	5	5	4	5	6	5	5
δP_K , %	3	5	5	4	3	3	3	3	3	4	5
Тип РП	СМ	ПВ	СМ	ПВ	СМ	СМ	ПВ	ПВ	СМ	ПВ	СМ
n	3000	5000	1500	3000	5000	1500	1500	3000	3000	3000	3000
d ₁	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
Режим работы	Б	Б	П	П	Б	Б	Б	Б	П	П	П

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий																		
1.	Экзамен	<i>Пример экзаменационного билета</i> <table border="1"> <tr> <td colspan="2"> Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» </td><td> ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по дисциплине Паровые и газовые турбины ИШЭ курс 3 </td></tr> <tr> <td>1</td><td>Выходной треугольник скоростей. Пояснить составляющие, цель построения.</td><td>5 бал</td></tr> <tr> <td>2</td><td>Зависимость Стодолы-Флюгеля для отсека турбины.</td><td>5 бал</td></tr> <tr> <td>3</td><td>Недостатки многоступенчатых турбин</td><td>5 бал</td></tr> <tr> <td>4</td><td>Действительный цикл ГТУ простого типа ($P = \text{const}$)</td><td>5 бал</td></tr> <tr> <td colspan="3">Составил _____ Ромашова О.Ю.</td></tr> </table>	Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по дисциплине Паровые и газовые турбины ИШЭ курс 3	1	Выходной треугольник скоростей. Пояснить составляющие, цель построения.	5 бал	2	Зависимость Стодолы-Флюгеля для отсека турбины.	5 бал	3	Недостатки многоступенчатых турбин	5 бал	4	Действительный цикл ГТУ простого типа ($P = \text{const}$)	5 бал	Составил _____ Ромашова О.Ю.		
Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по дисциплине Паровые и газовые турбины ИШЭ курс 3																		
1	Выходной треугольник скоростей. Пояснить составляющие, цель построения.	5 бал																		
2	Зависимость Стодолы-Флюгеля для отсека турбины.	5 бал																		
3	Недостатки многоступенчатых турбин	5 бал																		
4	Действительный цикл ГТУ простого типа ($P = \text{const}$)	5 бал																		
Составил _____ Ромашова О.Ю.																				

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Опрос	Устный опрос в начале практического занятия по заданной теме.
2.	Тестирование	Критерии оценивания: Максимальное количество баллов за тест - задается
3.	Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий. Вариант контрольной работу определяется строго преподавателем. Перед выполнением контрольной работы необходимо изучить соответствующие разделы основной и дополнительной литературы. В контрольной работе оценивается теоретическая подготовка по разделам дисциплины и практические умения и навыки проведения решения практических задач. В билете присутствуют 2-4 теоретических вопроса. Суммарное количество баллов – 10. Студенты отвечают на 4 вопроса билета, преподаватель оценивает согл. критериям. Критерии оценивания (для ответа на каждый вопрос):

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		- Продемонстрирован высокий уровень владения материалом, ответы развернутые, с использованием профессиональной терминологии, задача решена полностью, правильно выбрана методика расчета – (80-100) % от максимального балла за вопрос. - Продемонстрирован хороший уровень владения материалом, ответы развернутые, с небольшими недостатками с использованием профессиональной терминологии, задача решена полностью, с небольшими недостатками или с незначительными ошибками в вычислениях – (60-70) % от максимального балла за вопрос. - Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом, ответы содержат серьезные ошибки или неточности, задача решена не полностью или с серьезными ошибками, неправильно выбрана методика решения, представлены некорректные выражения формул – (40-50) % от максимального балла за вопрос. - Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом, ответы содержат принципиальные ошибки, задача не решена – от 0 до 30 % от максим. балла.
4.	Задание	Ознакомьтесь с заданием и требованиями к отчету. Составьте ответ на задание в соответствии с требованиями к отчету и критериями оценивания. <i>Критерии оценивания выполненной работы</i> <u>Максимальное количество баллов за работу – указывается при выдаче задания</u> 1. Правильность расчета – максимум 80 % от максимального балла. - Все расчеты выполнены с погрешностью выходных параметров – не более 2 % - 3,2 балла. - Есть небольшие погрешности расчета, мало влияющие на результат – снижение на (0,5-1) балла. - Грубые ошибки, влияющие на результат – 0 баллов. 2. Оформление работы – максимум 20 % от максимального балла, выставляется при отсутствии существенных замечаний по оформлению задания. Требования к оформлению: - Приведена последовательность расчета с комментариями, расчетными формулами, подставленными значениями, с указанием ед. измерения. - Выводы и графические изображения отражают количественные (а не только качественные) результаты расчета.
5.	Экзамен	Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. Осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации ТПУ. В билете оценивается теоретическая подготовка по разделам дисциплины. В билете присутствуют 5 теоретических вопроса по основным разделам дисциплины. Критерии оценивания: студент полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебником; изложил материал грамотным языком в необходимой последовательности; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Итого – 18-20 баллов.

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		• ответ в основном соответствует требованиям на отличную отметку, но при этом существует один из недостатков: допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора; допущена ошибка или более двух недочетов при ответе на второстепенные вопросы. Итого – 14-17 баллов • в процессе ответа неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала; студент не смог привести примеры для прояснения теории; при изложении теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных компетенций. Итого – 11-13 баллов. • студент не смог раскрыть теоретическое содержание материала в минимальном объеме, предусмотренном программой; отсутствует последовательность изложение и употребление необходимой терминологии Итого – 0-10 баллов.