



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе дисциплины)
ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль программы
ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства
кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными компетенциями

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
ПК-1: способен проектировать элементы, тепловые схемы и компоновочные решения основного и вспомогательного оборудования котельных, центральных тепловых пунктов и теплоэлектроцентралей	Турбины тепловых и атомных электростанций	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности элементов и узлов энергетических турбомашин; - методы расчетов элементов, узлов и всего турбоагрегата в целом; - основные направления научно-технического прогресса в использовании турбин ТЭС и АЭС; - методы конструирования и проектирования элементов и узлов турбомашин. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - произвести тепловой и прочностной расчеты энергетических турбомашин; - определять количественные значения технико-экономических показателей ПТУ и ГТУ; - читать и составлять тепловые схемы ТЭС, диаграммы режимов конденсационных и теплофикационных турбоагрегатов. <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выполнения инженерных расчетов элементов и узлов турбомашин; - навыками работы с конструкторской документацией, технической документацией и справочниками

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся:

- типовые задания по курсовому проекту;
- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий закрытого и открытого типов.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
				ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1.4 Оценивание тестовых заданий закрытого типа осуществляется по системе зачтено/ не зачтено («зачтено» – 41-100% правильных ответов; «не зачтено» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» - от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» - от 61 до 80% правильных ответов; оценка «отлично» - от 81 до 100 % правильных ответов).

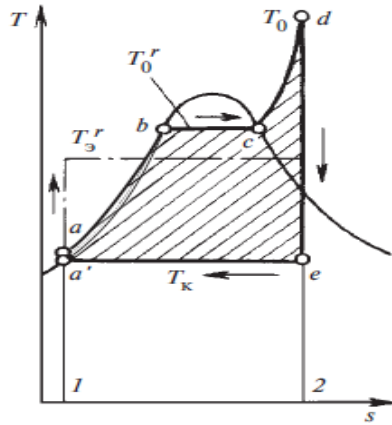
Тестовые задания открытого типа оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено». Оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ПК-1: способен проектировать элементы, тепловые схемы и компоновочные решения основного и вспомогательного оборудования котельных, центральных тепловых пунктов и теплоэлектроцентралей

Тестовые задания открытого типа:

1. Разница энтальпий между точками **d-e** в процессе расширения пара в турбине называется _____ перепад.



Идеальный цикл теплосиловой установки (цикл Ренкина) в $T-s$ -диаграмме

Ответ: *располагаемый*

2. При увеличении давления пара перед турбиной термический КПД идеального цикла Ренкина _____ (указать, как изменяется КПД).

Ответ: *возрастает (увеличивается)*

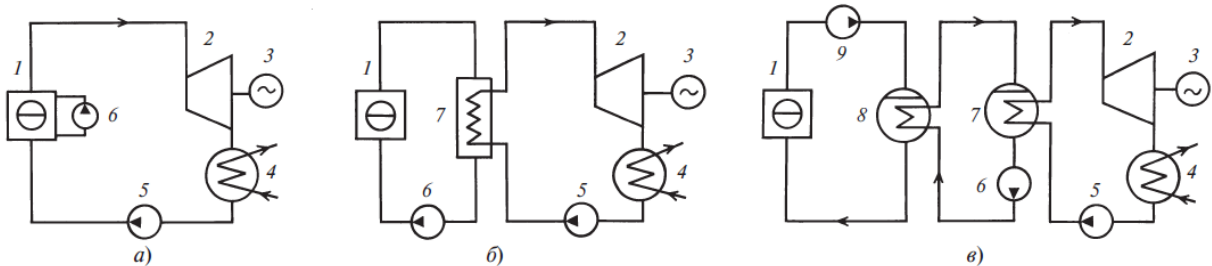
3. При увеличении давления пара после турбины термический КПД идеального цикла Ренкина _____ (указать, как изменяется КПД)

Ответ: *убывает (уменьшается)*

4. При увеличении температуры пара перед турбиной термический КПД идеального цикла Ренкина _____ (указать, как изменяется КПД)

Ответ: *возрастает (увеличивается)*

5. Радиоактивный пар поступает в турбину, изображенную на тепловой схеме _____.



Ответ: *на тепловой схеме а)*

6. Конфузорным называется течение в канале, когда скорость потока _____ в направлении потока (указать, как изменяется скорость).

Ответ: *увеличивается*

7. Давление в каналах рабочей активной решетки ($\rho = 0$) _____ (указать, как изменяется давление).

Ответ: *не изменяется*

8. Термическим КПД идеальной установки называется отношение _____ к _____.

Ответ: *отношение теоретической работы к подведенной теплоте*

9. Относительным внутренним КПД турбины η_{oi} называется отношение _____ теплоперепада к _____.

Ответ: *отношение использованного теплоперепада к располагаемому*

10. Конденсат пара после турбины, протекающий на участке от деаэратора до котла, называется _____.

Ответ: *питательная вода*

11. Диффузорным называется течение в канале, когда скорость потока _____ в направлении потока

Ответ: *уменьшается*

12. Критической скоростью потока $c_{кр}$ называется скорость газа в том сечении, где скорость потока равна _____.

Ответ: *местной скорости звука*

13. Число Маха характеризует отношение _____ к _____ в данном сечении.

Ответ: *скорости потока к скорости звука*

14. Коэффициентом расхода решетки называется отношение _____ через решетку к _____.

Ответ: *действительного массового расхода ... к теоретическому*

15. Коэффициентом скольжения при течении влажного пара называется отношение скорости _____ к скорости _____.

Ответ: *капель влаги ... пара*

16. Верностью турбинной решетки θ называется отношение _____ к _____.

Ответ: *среднего диаметра ступени к высоте лопатки*

17. Международные нормы типоразмеров паровых турбин рекомендуют выбирать температуру питательной воды на входе в котел равной _____ (в долях) температуры насыщения от давления в котле

Ответ: *0,65–0,75*

18. Безразмерная скорость потока λ определяется как отношение _____ в данном сечении к _____.

Ответ: *скорости потока ... к критической скорости потока*

19. Регенеративный подогрев питательной воды не осуществляется до температуры насыщения при давлении в котле, потому что это приведет к _____.

Ответ: *к снижению КПД котла*

20. Относительным лопаточным КПД турбинной ступени называется отношение _____, развиваемой на рабочих лопатках, к _____ ступени

Ответ: *мощности ..., к располагаемой мощности*

21. Внутренним относительным КПД турбинной ступени называется отношение _____, развиваемой ступенью на роторе, к _____ ступени.

Ответ: *полезной мощности, ..., к располагаемой мощности*

22. Степенью реактивности турбинной ступени называется отношение _____ рабочих лопаток к сумме _____ сопловых и рабочих лопаток

Ответ: *располагаемого теплоперепада ... к сумме располагаемых теплоперепадов*

23. Главные масляные насосы турбины исполняются объемными с приводом от _____.

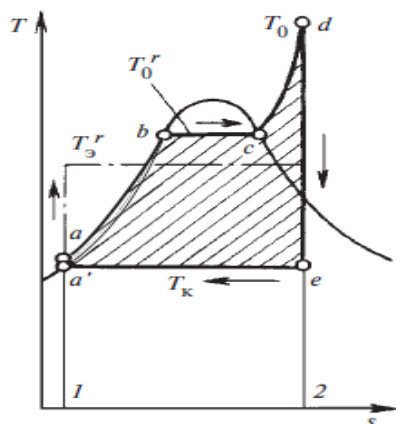
Ответ: *от вала турбины*

24. Буквы ТР в маркировке турбины означают, что это турбина теплофикационная с _____ отбором и _____.

Ответ: *с отопительным ... и противодавлением*

Тестовые задания закрытого типа:

25. Площадь заштрихованной фигуры, изображенной на рисунке, определяет ...
Указать правильный ответ.



Идеальный цикл теплосиловой установки (цикл Ренкина) в T - s -диаграмме

- 1) количество подведенной к циклу теплоты q_1
- 2) количество отведенной теплоты q_2
- 3) **полезную теоретическую работу L , осуществляемую 1 кг пара**
- 4) действительную работу L , осуществляемую 1 кг пара

26. При осуществлении промежуточного перегрева пара в цикле паросиловой установки цикла Ренкина решаются задачи ...
Указать правильные ответы.

- 1) **уменьшение влажности пара в последних ступенях турбины, что способствует снижению эрозии лопаток и снижению потерь от влажности.**
- 2) **повышение термической КПД цикла**
- 3) повышение КПД котла
- 4) повышение механического КПД турбоустановки

27. В качестве теплоносителя первого контура реактора на быстрых нейтронах используется...
Указать правильные ответы.

- 1) вода
- 2) **свинец**
- 3) **натрий**
- 4) **эвтектика свинец-висмут**
- 5) углекислый газ

28. Парораспределение на паровых турбинах может быть ...
Указать правильные ответы.

- 1) **сопловым**
- 2) свободным
- 3) **дрессельным**
- 4) скользящего давления
- 5) **обводным**

29. Основное назначение валоповоротного устройства турбин
Указать правильные ответы.

- 1) предотвращение теплового искривления ротора при пуске турбины
- 2) предотвращение теплового искривления ротора при остывании турбины (после останова)
- 3) раскрутка ротора при его балансировке.
- 4) предотвращение стояночной коррозии ротора во время консервации.

30. Температура пара после промежуточного перегрева $t_{\text{пп}}$ принимается относительно температуры основного перегрева t_0

Указать правильный ответ.

- 1) $t_{\text{пп}} = 1,1 t_0$
- 2) $t_{\text{пп}} = 0,9 t_0$
- 3) $t_{\text{пп}} = t_0 \pm (10...20)^\circ\text{C}$
- 4) $t_{\text{пп}} = 1,5 t_0$

31. Номинальная мощность – это наибольшая мощность, которую турбина должна развивать ...

Указать правильный ответ.

- 1) длительное время при номинальных значениях всех других основных параметрах
- 2) при чистой проточной части и отсутствии отборов пара для внешних потребителей
- 3) при чистой проточной части и номинальном расходе топлива на котел
- 4) кратковременно при прохождении пиков графика электрических нагрузок

32. Максимальная мощность – это наибольшая мощность, которую турбина должна длительно развивать ...

Указать правильный ответ.

- 1) при номинальных значениях всех других основных параметрах
- 2) при чистой проточной части и отсутствии отборов пара для внешних потребителей
- 3) при чистой проточной части и номинальном расходе топлива на котел
- 4) кратковременно при прохождении провалов графика электрических нагрузок

3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ, КУРСОВУЮ РАБОТУ/КУРСОВОЙ ПРОЕКТ, РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

Учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта. Курсовой проект направлен на закрепление полученных теоретических знаний и приобретение умений и навыков в области выполнения тепловых расчетов турбин тепловых и атомных электростанций.

По результатам защиты курсового проекта выставляется оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Критерии выставления оценки представлены в таблице 2.

Оформление пояснительной записки и чертежей должно соответствовать стандартам ЕСКД. Все расчеты необходимо представить в табличном виде.

Типовое задание на проектирование выглядит следующим образом:

Спроектировать цилиндр паровой конденсационной турбины турбогенератора по следующим исходным данным:

1. Номинальная мощность на зажимах генератора: $N_g = \text{_____}$ МВт
2. Давление пара перед стопорным клапаном: $P_0 = \text{_____}$ МПа
3. Температура пара перед стопорным клапаном: $t_0 = \text{_____}$ °С
4. Давление в конденсаторе: $P_k = \text{_____}$ кПа
5. Частота вращения ротора турбины: $n_t = \text{_____}$ об / мин
6. Число отборов: $Z_{отб} = \text{_____}$ (выбирается по прототипу)
7. Цилиндр турбины, подлежащий детальному тепловому расчету: _____
8. Узел турбины, подлежащий вычерчиванию: _____
9. Прототип турбоагрегата: _____

Содержание пояснительной записки

1. Краткое описание конструкции турбины.
2. Предварительное определение расхода пара на турбину.
3. Предварительное построение процесса расширения пара в турбоагрегате в i - s диаграмме.
4. Расчет тепловой схемы и определение расчетного расхода пара.
5. Определение числа ступеней заданного цилиндра турбоагрегата.
6. Детальный расчет ступеней заданного цилиндра турбоагрегата.

Графическая часть

1. Продольный разрез турбины (1 лист формата А1).
2. Узел турбины (1 лист формата А2).
3. Тепловая схема (1 лист формата А1).

Таблица 3 - Типовые варианты курсовых работ:

№№	$N_э$, МВт	P_0 , МПа	t_0 , °С	P_k , кПа	n_t , об/мин	Цилиндр	Прототип	Узел для вычерчивания
1	200	10	530	3,5	3000	ЦВД	К-200-130	Ротор турбины
2	180	12	540	4,0	3000	ЦСД	К-200-130	Сегмент диафрагменного уплотнения
3	190	14	550	4,5	3000	ЦНД	К-200-130	Лопатка последней ступени
4	200	15	560	4,0	3000	ЦВД	К-200-130	Вкладыш опорного подшипника
5	180	13	540	3,5	3000	ЦСД	К-200-130	Ротор турбины
6	300	22	550	3,5	3000	ЦНД	К-300-240	Лопатка последней ступени
7	290	22	560	4,0	3000	ЦВД	К-300-240	Вкладыш опорного подшипника
8	310	20	550	4,0	3000	ЦСД	К-300-240	Лопатка последней ступени
9	300	21	540	4,5	3000	ЦНД	К-300-240	Сегменты лабиринтового уплотнения
10	310	22	540	4,5	3000	ЦВД	К-300-240	Вкладыш опорного подшипника
11	250	21	530	3,5	3000	ЦСД	К-300-240	Лопатка первой ступени
12	180	12	540	4,0	3000	ЦНД	К-200-130	Сегмент диафрагменного уплотнения
13	200	14	550	4,5	3000	ЦВД	К-200-130	Сегменты лабиринтового уплотнения
14	270	20	560	4,0	3000	ЦСД	К-300-240	Ротор турбины
15	280	22	560	3,5	3000	ЦНД	К-300-240	Лопатка последней ступени
16	300	21	550	4,0	3000	ЦВД	К-300-240	Вкладыш опорного подшипника
17	200	22	560	3,5	3000	ЦВД	К-200-130	Сегменты лабиринтового уплотнения

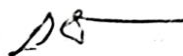
4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Турбины тепловых и атомных электростанций» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль Тепловые электрические станции).

Преподаватель-разработчик – к.т.н. С. В. Кункевич

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики.

Заведующий кафедрой



В. Ф. Белей

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией ИМТЭС (протокол № 8 от 26.08.2024 г).

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Бельх