



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

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**«ПАРОВАЗОВЫЕ И ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ»**

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

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПК-10: Способен выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием	ПК-10.3: Выполнение расчетов тепловых схем парогазовых и газотурбинных установок по типовым методикам в соответствии с техническим заданием	Парогазовые и газотурбинные установки	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы современных ГТУ и ПГУ;</li> <li>- принцип работы и технические характеристики ГТУ и ПГУ;</li> <li>- основные направления научно-технического прогресса в использовании ГТУ и ПГУ;</li> <li>- состав оборудования, входящего в ПГУ.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять количественно значения технико-экономических показателей ПГУ;</li> <li>- читать и составлять тепловые схемы ТЭС с ПГУ и ГТУ.</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выполнения инженерных расчетов элементов ПГУ;</li> <li>- навыками работы с технической документацией по ГТУ и ПГУ</li> </ul>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задание по темам практических занятий (для студентов очной формы обучения);
- задание по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения);
- тестовые задания по отдельным темам дисциплины.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- вопросы к экзамену.

### **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Задание по отдельным темам практических занятий выполняется студентами очной формы обучения по вариантам. Типовое задание, которое включают в себя расчет тепловой схемы одноконтурной парогазовой установки (ПГУ) утилизационного типа, приведено в Приложении № 1. Вариант задания определяется преподавателем.

Консультации по выполнению заданий по темам практических занятий, их проверка и защита проводятся преподавателем в часы индивидуальных консультаций. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обнаруживший понимание физического смысла рассмотренных процессов, получает оценку «зачтено». Оценивание осуществляется по критериям, приведенным в таблице 2.

3.2 Задание по контрольной работе выдается студентам заочной формы обучения с целью контроля качества их самостоятельной работы. Контрольная работа предполагает выполнение одного расчетного задания, для которого разработано 10 вариантов. Содержание контрольной работы для студентов заочной формы обучения соответствует содержанию задания по темам практических занятий для студентов очной (см. п.3.1).

Выполненную контрольную работу студенты сдают на проверку преподавателю, который делает замечания и пишет рецензию. В случае отсутствия серьезных замечаний студент допускается к защите контрольной работы. При наличии серьезных замечаний работа направляется на доработку. Защита проводится в часы индивидуальных консультаций преподавателя. Студент, самостоятельно выполнивший задание и обладающий полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, получает оценку «зачтено». Система оценивания и критерии оценки контрольной работы представлены в таблице 2.

3.3 Тестовые задания по дисциплине представлены в Приложении № 1. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 2:

- «зачтено» – 41-100 % правильных ответов на заданные вопросы;
- «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов.

## 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты, получившие положительную оценку («зачтено») по результатам выполнения и защиты задания по темам практических занятий (для студентов очной формы обучения), контрольной работы (для студентов заочной формы обучения), тестирования. Экзамен проводится в письменной форме. Типовые экзаменационные вопросы приведены в Приложении № 3.

4.2 Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные вопросы) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

Универсальная система оценивания результатов обучения, приведенная в таблице 2, 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.

Таблица 2 – Система и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	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 полной полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии найти 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

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	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 задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	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

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

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

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022).

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМАМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

(для студентов очной формы обучения) /

### КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

(для студентов заочной формы обучения)

Перед расчетом заданного варианта задания должны быть известны, или выбраны следующие величины:

1. Тепловая схема парогазовой установки (ПГУ): количество газотурбинных установок (ГТУ) и котлов-утилизаторов (КУ), питающих паротурбинную установку; тип паротурбинной установки (с конденсационной турбиной, с турбиной с противодавлением или теплофикационной); тип котла-утилизатора одноконтурный.

2. Тип и характеристики ГТУ для номинального режима. Как правило, ГТУ выбирается из имеющейся номенклатуры (табл. П.1.).

Таблица П.1. Исходные данные

Вариант	Тип ГТУ	$N_{гту}$ , МВт	$\eta_{гту}$ , %	$\eta$ , %	$t_{max}$ , °С	$t_{вых}$ , °С	$G_b$ , кг/с	$G_r$ , кг/с	$\epsilon_k$
0	ГТУ-12П	12	34,5	-	1079	470	46	-	15,8
1	ГТУ-16П	16	37,5	-	1143	466	57	-	19,6
2	ГТУ-25П	25	26,1	-	1225	441	82,8	-	30
	ГТЭ-45П	45	-	35,7	1250	544	126	128	15,6
3	ГТЭ-65П	65	-	35,7	1250	544	186	190	15,6
4	ГТЭ-80П	80	-	36,7	1280	543	217	221	17,5
	ГТЭ-170П	170	-	36,3	1250	547	515	525	15
5	ГТЭ-250П	250	-	0,37	1300	544	608	620	17,5
6	ГТЭ-150	150	-	36,0	1280	543	320	320	14
7	ГТЭ-100	100	-	35,8	1200	530	255	-	-
8	ГТЭ120	120	36,0	-	1188	525	270	-	-
9	ГТЭ-130	130	36,3	-	1220	540	290	-	-
10	ГТЭ-140	140	36,4	-	1250	547	305	-	-

Для ГТУ должны быть известны, выбраны или оценены следующие параметры: расход газов  $G_r$ , температура  $t_1$  и энтальпия  $I_r$  уходящих газов ГТУ; номинальная мощность ГТУ  $N_{э}$  на клеммах генератора, абсолютный электрический КПД ГТУ, теплофизические свойства газов, а также параметры окружающей среды (барометрическое давление, температура).

3. Давление в конденсаторе (для средней полосы России рекомендуется принимать равным 3,5-5 кПа и допустимую влажность пара в конце процесса расширения в турбине 10 %).

4. Давление в контурах КУ.

В результате расчета тепловой схемы должны быть получены:

- параметры пара и воды по всему тракту (давления, температуры, влажность, энтальпии и расходы);
- процесс расширения пара в турбине, КПД отсеков паровой турбины и ее мощность, внутренний относительный КПД;
- абсолютный электрический КПД парогазовой установки;
- КПД паротурбинной установки;
- степень утилизации котла-утилизатора.

Перед выполнением расчетов целесообразно построить зависимость энтальпии газов  $I_g$  от температуры  $t_g$ , определяемой коэффициентом избытка воздуха и химическим составом топлива.

Типовая расчетная схема одноконтурной ПГУ показана на рисунке П.1.

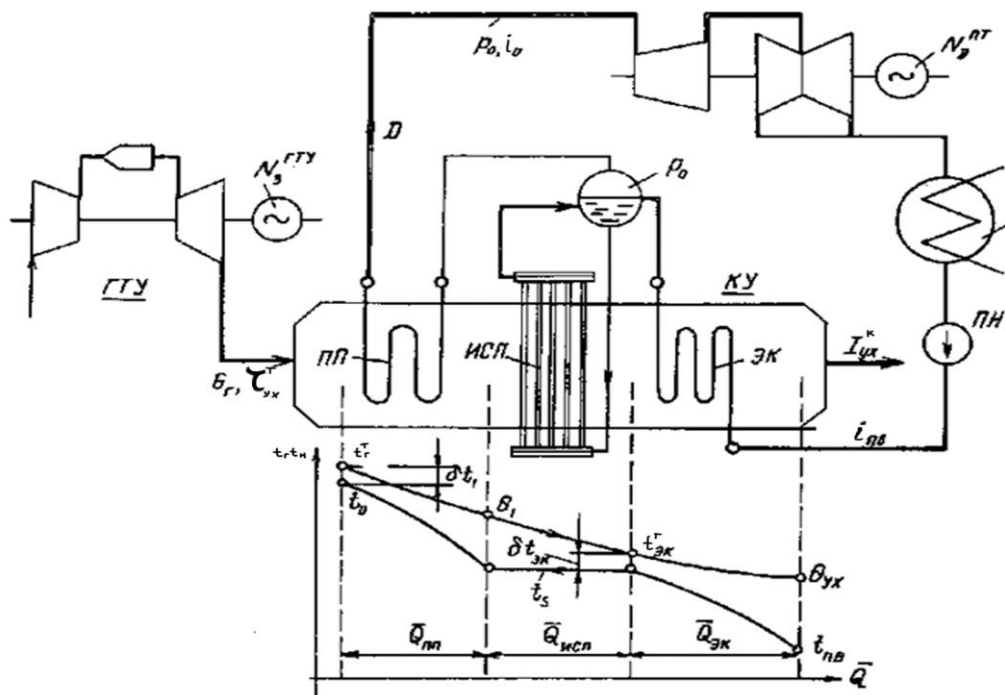


Рис. П.1 – Принципиальная расчетная схема одноконтурной ПГУ



**Типовые контрольные вопросы для защиты задания по темам практических занятий / контрольной работе:**

1. Чем отличаются одновальные и двухвальные ГТУ и какова их область применения?
2. Для чего применяется двух- и трехконтурные схемы ПГУ?
3. На сколько процентов увеличивается КПД одноконтурной ПГУ по сравнению с ГТУ аналогичной мощностью?
4. На сколько процентов увеличивается КПД двухконтурной ПГУ по сравнению с одноконтурной ПГУ аналогичной мощностью?
5. На сколько процентов увеличивается КПД трёхконтурной ПГУ по сравнению с одноконтурной ПГУ аналогичной мощностью?
6. В чем особенность схемы ПГУ «сбросного» типа?
7. В чем особенность схемы ПГУ «с вытеснением регенерации»?
8. Как распределяется мощность ГТУ и ПТУ в схеме ПГУ?

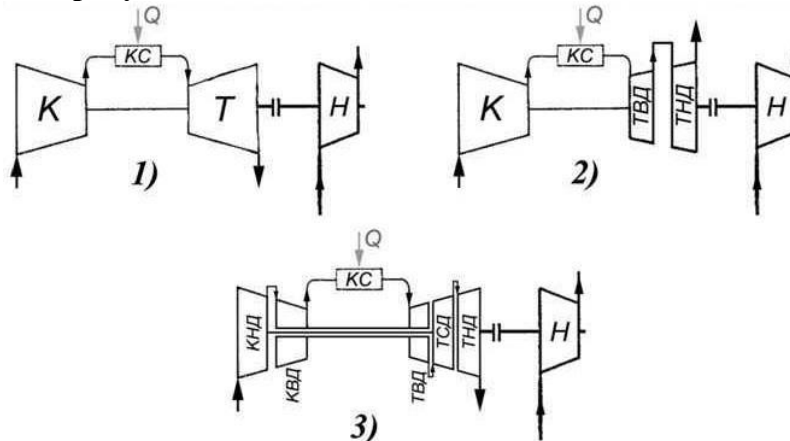
## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Вариант 1.

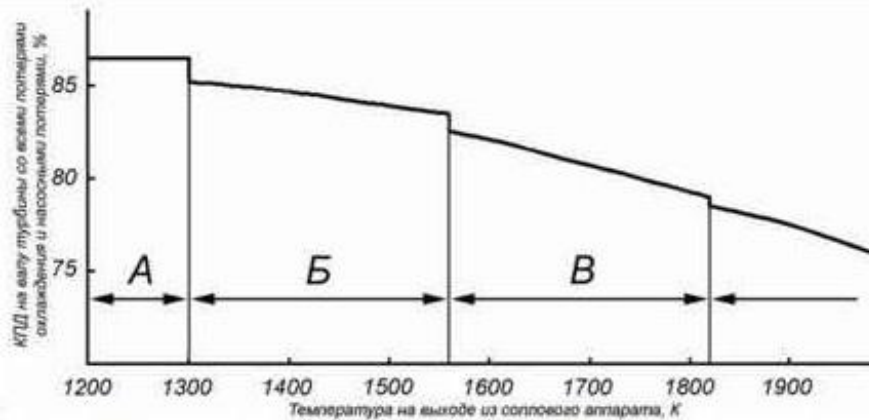
ПК-10: Способен выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием

ПК-10.3: Выполнение расчетов тепловых схем парогазовых и газотурбинных установок по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

**ВОПРОС 1.** Схема трехвальной газотурбинной установки со свободной силовой турбиной представлена на рисунке...

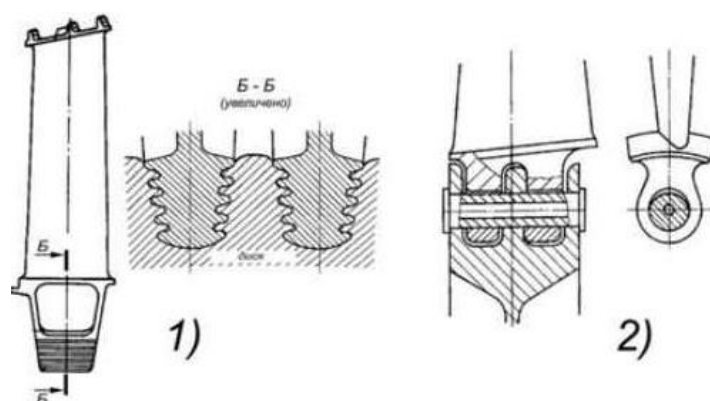


**ВОПРОС 2.** На представленной зависимости КПД турбин от температуры перед рабочим колесом с учетом необходимого способа охлаждения зона А соответствует



1. турбинам с жидкостным охлаждением
2. турбинам с конвективным охлаждением
3. турбинам с конвективно-пленочным охлаждением
4. неохлаждаемым турбинам
5. турбинам с пористыми лопатками

**ВОПРОС 3.** Из способов соединения рабочих лопаток с диском, представленных на рисунках 1 и 2, в газовых турбинах



1. применяется 2
2. применяются 1 и 2
3. применяется 1
4. не применяется ни один

**ВОПРОС 4. Эффективный КПД газотурбинных установок простого цикла, используемых для привода нагнетателей природного газа, составляет**

1. 0,55 ... 0,65
2. 0,27 ... 0,35
3. 0,17 ... 0,27
4. 0,45 ... 0,54=
5. 0,7 ... 0,8

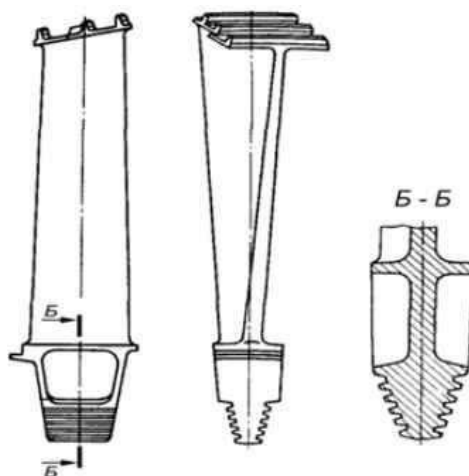
**ВОПРОС 5. Одним из недостатков роторов барабанного типа является**

1. небольшая критическая угловая скорость (частота вращения)
2. малая вибрационная стойкость
3. низкая рабочая окружная скорость (до 200 м/с)
4. малая изгибная жесткость
5. сложность конструкции

**ВОПРОС 6. Уплотнения, в которых гидравлическое сопротивление утечкам создается многократным чередованием зазоров (щелей) и расширительных камер, называются**

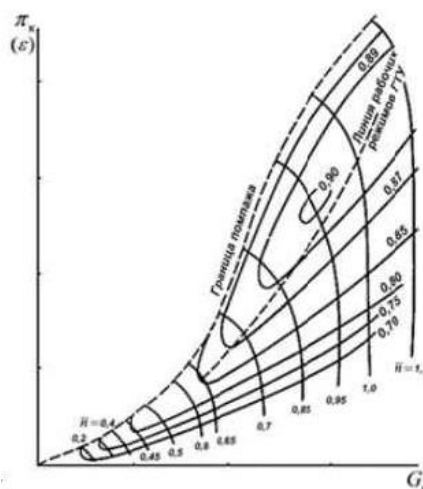
1. масляными торцовыми уплотнениями
2. манжетными уплотнениями
3. сальниковыми набивками
4. гидравлическими (щелевыми) уплотнениями
5. лабиринтными уплотнениями

**ВОПРОС 7. На рисунке изображена рабочая лопатка турбины. Она является**



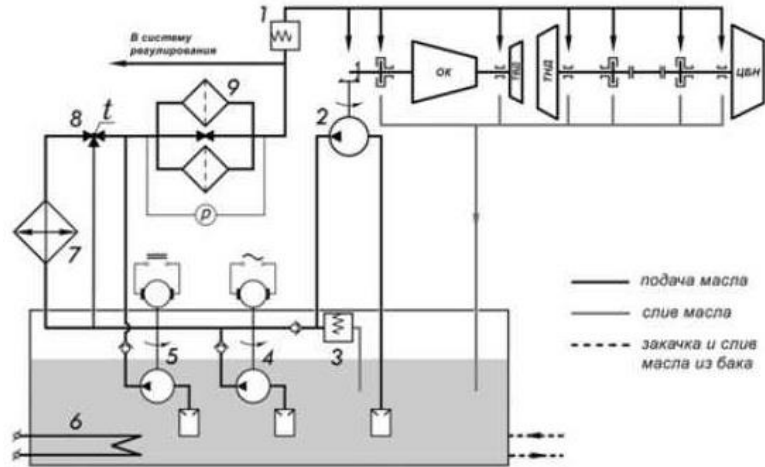
1. неохлаждаемой, с замком трапецевидного типа, без бандажной полки
2. неохлаждаемой, с замком трапецевидного типа и бандажной полкой
3. охлаждаемой, с шарнирным замком и бандажной полкой
4. охлаждаемой, с замком елочного типа, без бандажной полки
5. неохлаждаемой, с замком елочного типа и бандажной полкой

**ВОПРОС 8. На рисунке представлена характеристика**



1. центробежного компрессора
2. газотурбинной установки
3. центробежного нагнетателя
4. осевого компрессора
5. центробежного насоса

**ВОПРОС 9. На рисунке представлена схема смазочной системы газотурбинной установки (с упрощениями). Аварийный масляный насос обозначен цифрой...**



1. 5
2. 3
3. 4
4. 2
5. 7

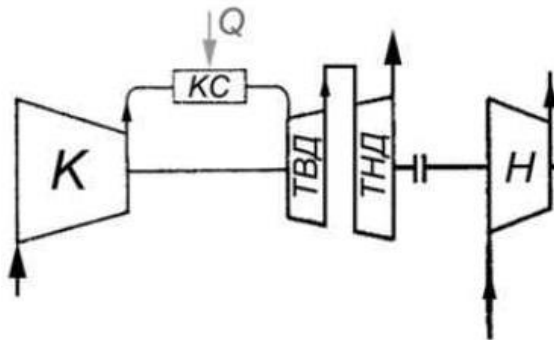
**ВОПРОС 10. КПД ГТУ позволяет повысить комбинация таких мероприятий, как**

1. комбинированный газо-паротурбинный цикл
2. цикл со ступенчатым сжатием и промежуточным подогревом
3. цикл с промежуточным охлаждением при сжатии и промежуточным подогревом при расширении
4. использование многовальных ГТУ
5. цикл с регенерацией теплоты отработавших газов

**ВОПРОС 11. Наличие границы помпажа является особенностью характеристик \_\_\_\_\_ компрессоров**

1. роторно-зубчатых
2. центробежных
3. осевых
4. роторно-поршневых
5. винтовых

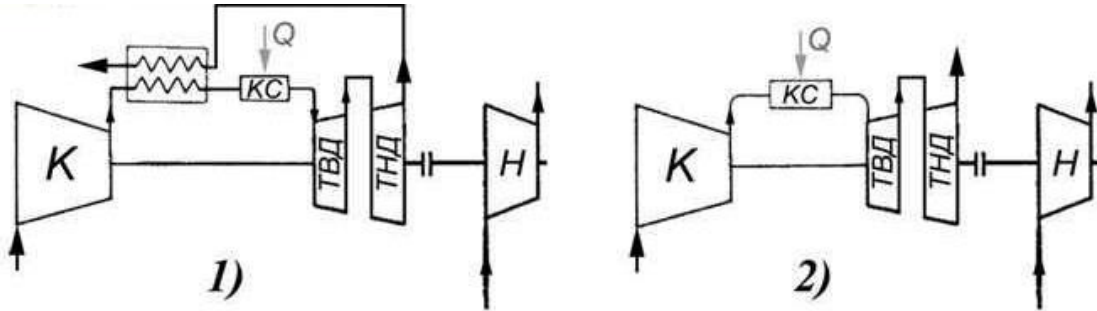
**ВОПРОС 12. На рисунке представлена**



1. однокомпрессорная одновальная ГТУ с регенерацией

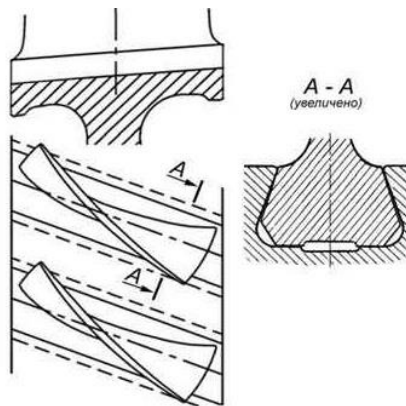
2. двухкомпрессорная трехвальная ГТУ со свободной силовой турбиной
3. однокомпрессорная одновальная ГТУ
4. однокомпрессорная двухвальная ГТУ со свободной силовой турбиной
5. однокомпрессорная двухвальная ГТУ со свободной силовой турбиной и регенерацией

**ВОПРОС 13.** Представлены схемы ГТУ. Их сравнительная экономичность:



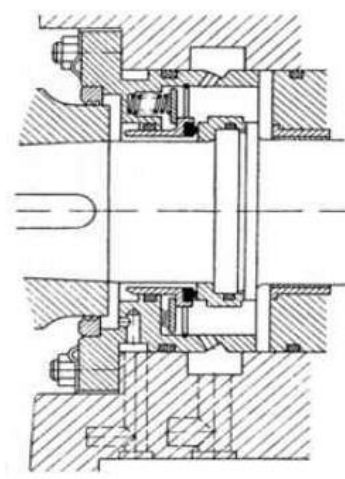
1. меньшую экономичность имеет первая ГТУ
2. экономичность ГТУ одинакова
3. меньшую экономичность имеет вторая ГТУ

**ВОПРОС 14.** На представленной схеме для соединения рабочей лопатки с диском ротора осевого компрессора используется \_\_\_\_\_ заводкой лопатки



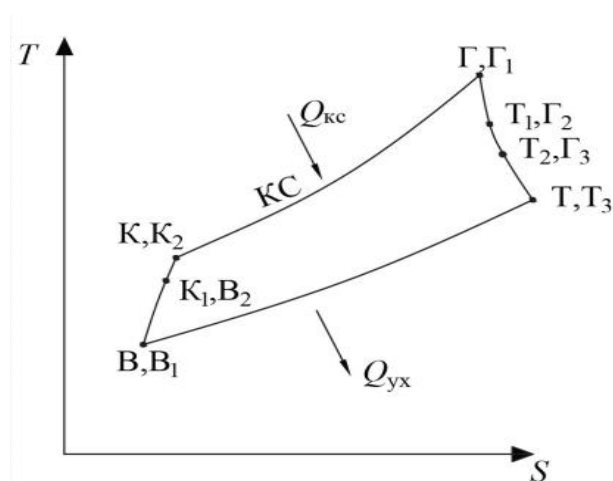
1. трапециевидное соединение с осевой
2. зубчатое соединение с тангенциальной
3. зубчатое соединение с осевой
4. шарнирное соединение с осевой
5. трапециевидное соединение с тангенциальной

**ВОПРОС 15.** На рисунке представлена схема внешнего уплотнения, используемого в центробежных нагнетателях. Это уплотнение...



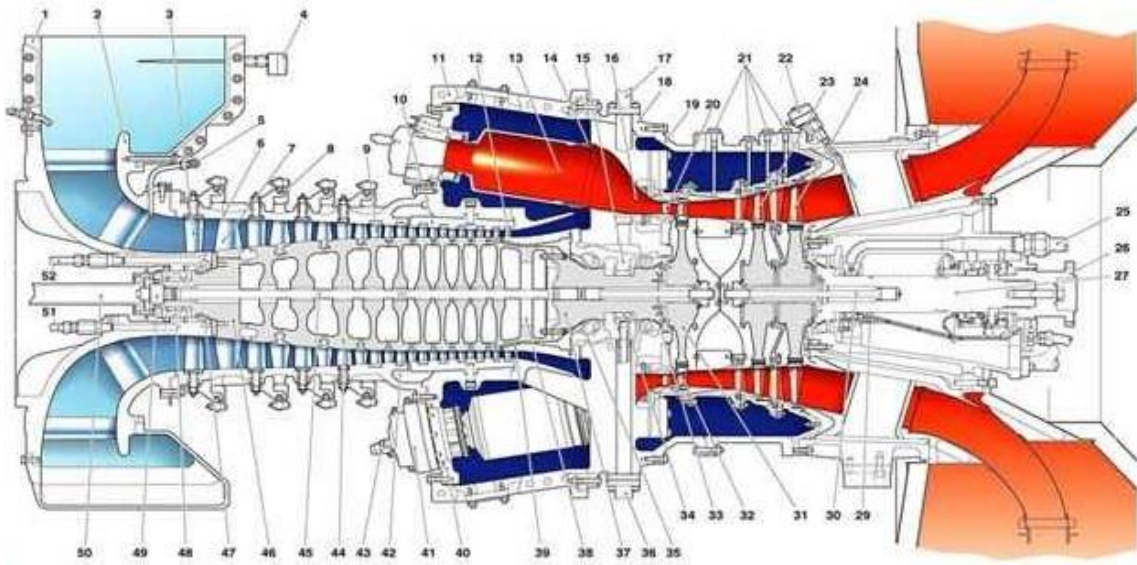
1. гидравлическое
2. масляное торцовое
3. сухое торцовое газодинамическое
4. манжетой
5. лабиринтное

**ВОПРОС 16.** На  $TS$  диаграмме изображен цикл газотурбинного двигателя, выполненного по схеме:



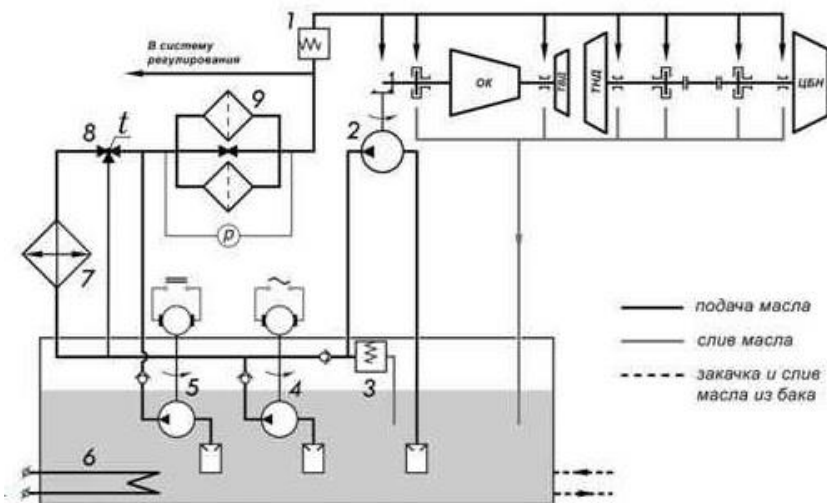
1. трехвальной двухкомпрессорной ГТУ
2. двухвальной двухкомпрессорной ГТУ
3. одновальной ГТУ
4. однокомпрессорной ГТУ со свободной силовой турбиной
5. двухвальной ГТУ

**ВОПРОС 17.** На рисунке представлен продольный разрез газотурбинной установки. Ротор осевого компрессора...



1. барабанно-дисковый сварной
2. дисковый с центральной стяжкой
3. дисковый с периферийными стяжками
4. цельнокованый сплошной
5. барабанный

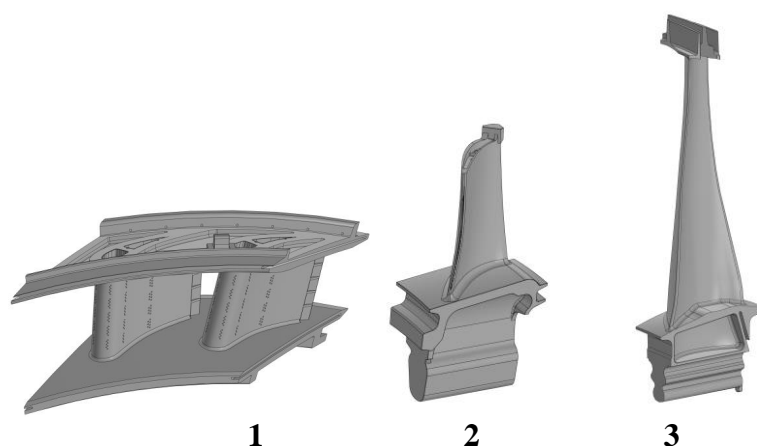
**ВОПРОС 18.** На рисунке представлена схема смазочной системы газотурбинной установки (с упрощениями). Цифрой 2 обозначен



1. пусковой масляный насос
2. аварийный масляный насос
3. регулятор давления масла
4. главный масляный насос
5. предохранительный клапан

**ВОПРОС 19.** На рисунке представлены некоторые типы лопаток газовых турбин. Рабочие лопатки обозначены цифрами





1. 2
2. 1 и 2
3. 1 и 3
4. 2 и 3

**ВОПРОС 20. Действительная работа, подводимая к компрессору (нагнетателю), больше адиабатической на величину работы**

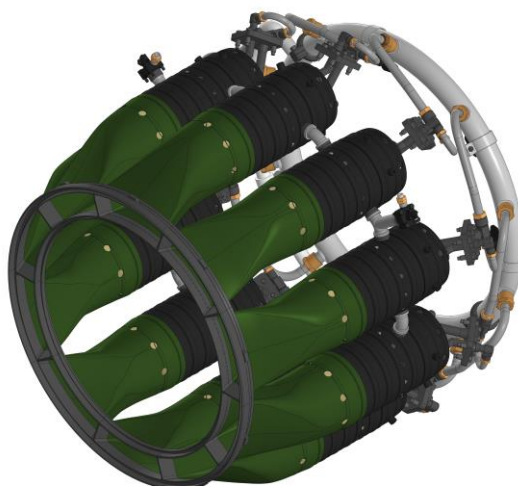
1. трения и дополнительной работы, затраченной на изменение скорости газа
2. трения и дополнительной работы, затраченной на сжатие газа нагревающегося за счет тепла трения
3. затраченной на преодоление потерь (работы трения)
4. затраченной на изменение скорости газа

**Вариант 2.**

ПК-10: Способен выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием

ПК-10.3: Выполнение расчетов тепловых схем парогазовых и газотурбинных установок по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

**ВОПРОС 1. На рисунке представлена конструкция камеры сгорания ГТД. По типу она:**

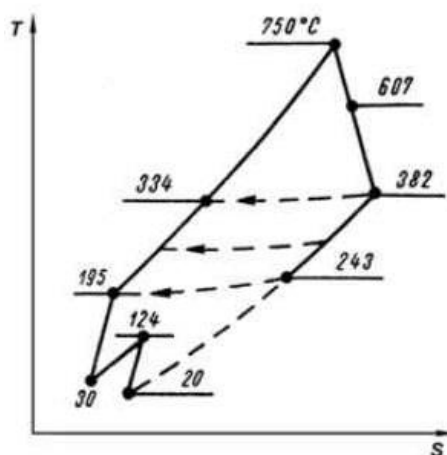


1. кольцевая
2. трубчатая
3. выносная
4. трубчато-кольцевая

**ВОПРОС 2. В сопловом аппарате газовой турбины**

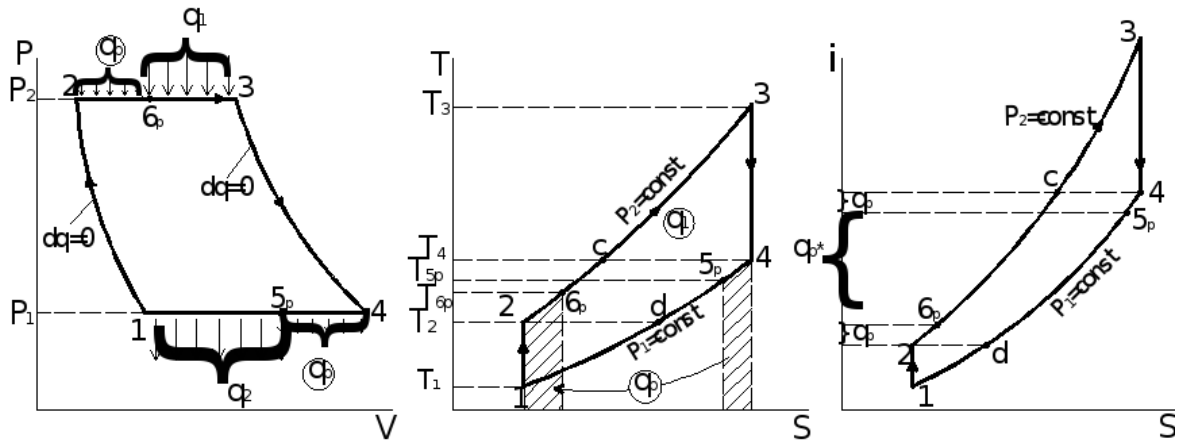
1. газ расширяется и приобретает необходимую закрутку
2. происходит расширение газа
3. происходит сжатие газа
4. газ сжимается и приобретает необходимую закрутку
5. газовый поток приобретает необходимую закрутку

**ВОПРОС 3. На рисунке представлен термодинамический цикл ГГУ. Температура отработавших газов на выходе из регенератора равна**



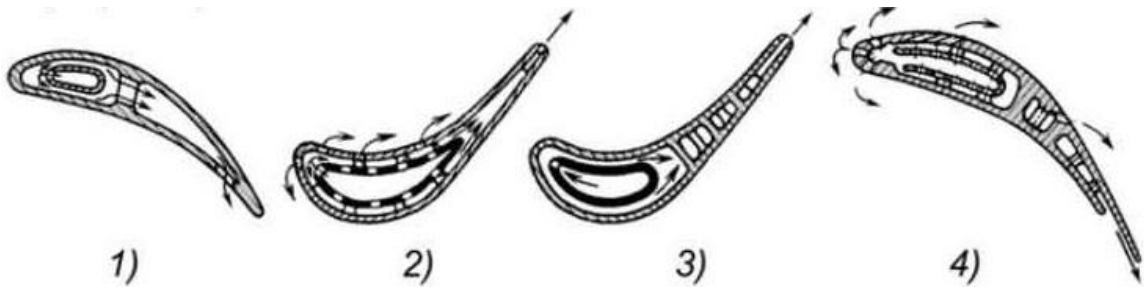
1. 124 °C
2. 195 °C
3. 243 °C
4. 20 °C
5. 334 °C

**ВОПРОС 4. На рисунке представлен термодинамический цикл**



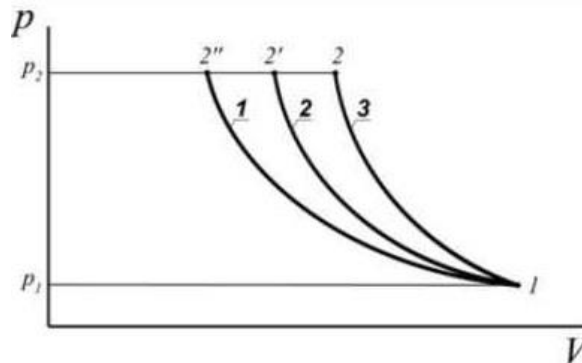
1. ГТУ с регенерацией
2. комбинированной парогазотурбинной установки
3. ГТУ
4. ГТУ с промежуточным охлаждением при сжатии
5. ГТУ с промежуточным охлаждением при сжатии и регенерацией

**ВОПРОС 5.** На рисунке представлены эскизы поперечных сечений охлаждаемых сопловых и рабочих лопаток. Лопатки с конвективным охлаждением обозначены цифрами



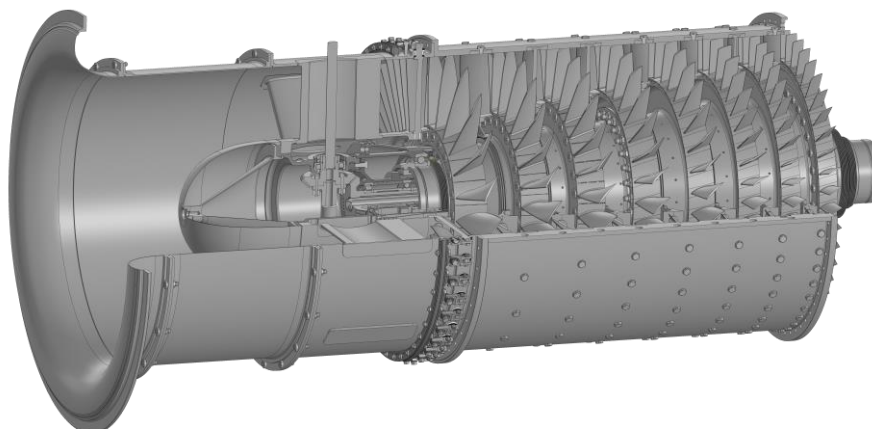
1. 3 и 4
2. 2 и 4
3. 2 и 3
4. 1 и 3
5. 1 и 2

**ВОПРОС 6.** Из представленных процессов сжатия наименее эффективен процесс



1. 1
2. 2
3. 3

**ВОПРОС 7. На рисунке представлен модуль газотурбинной установки. Это:**

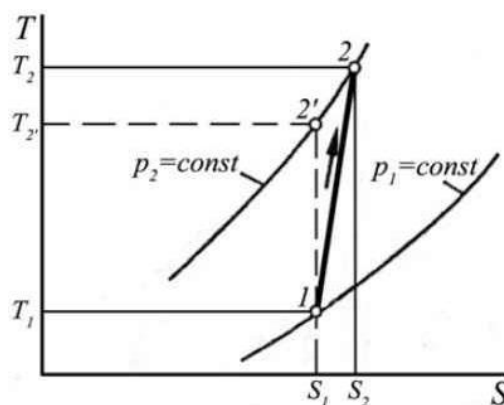


1. осевой компрессор низкого давления
2. турбина низкого давления
3. компрессор высокого давления
4. выхлопной диффузор
5. входное направляющее устройство

**ВОПРОС 8. При неизменной степени повышения давления КПД компрессора снизился. Температура воздуха на выходе из осевого компрессора**

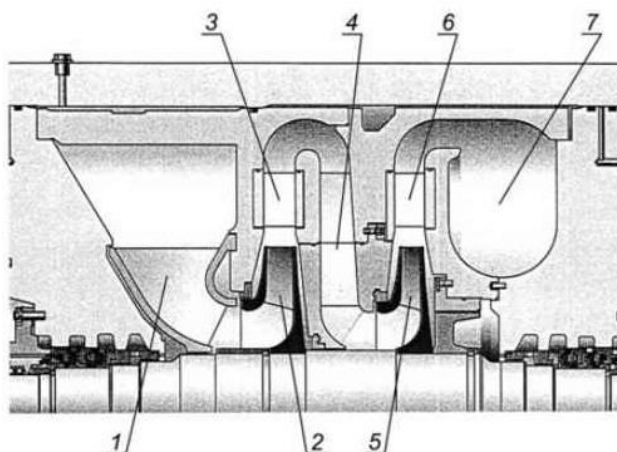
1. возросла
2. вначале снизилась, а затем начала возрастать
3. снизилась
4. осталась без изменения
5. вначале возросла, а затем начала снижаться

**ВОПРОС 9. На TS диаграмме изображено**



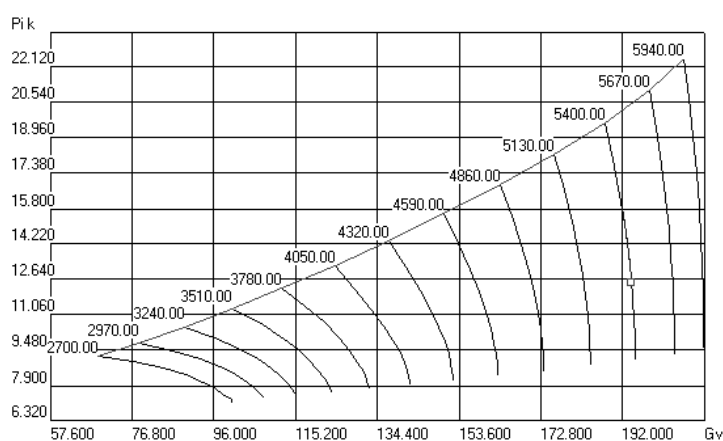
1. идеальное сжатие в компрессоре
2. идеальное расширение в газовой турбине
3. сжатие с внутренним охлаждением
4. действительное расширение в газовой турбине
5. действительное сжатие в компрессоре

**ВОПРОС 10.** На схеме центробежного нагнетателя обратный направляющий аппарат обозначен цифрой



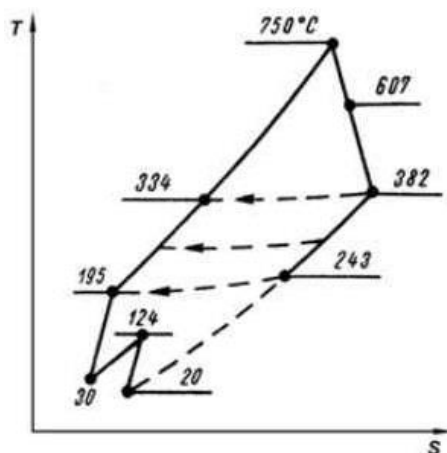
1. 4
2. 2
3. 6
4. 3
5. 3 и 6

**ВОПРОС 11.** На рисунке представлена характеристика...



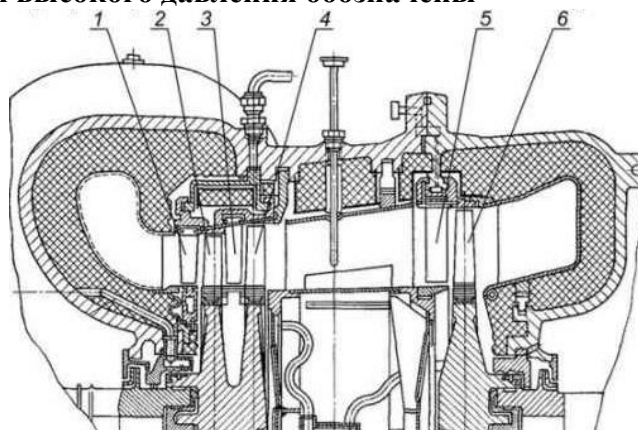
1. центробежного насоса
2. центробежного нагнетателя
3. осевого компрессора
4. центробежного компрессора
5. нагрузочная газотурбинной установки

**ВОПРОС 12.** На рисунке представлен термодинамический цикл ГТУ. Температура газов перед силовой турбиной (турбиной низкого давления) равна



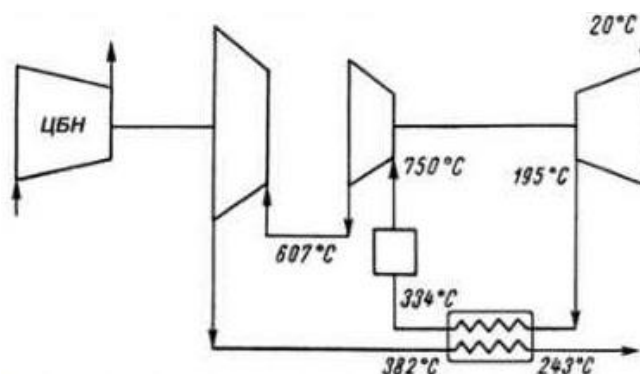
1. 382 °C
2. 750 °C
3. 607 °C
4. 243 °C
5. 334 °C

**ВОПРОС 13.** На рисунке представлена схема проточной части газовой турбины. Сопловые лопатки турбины высокого давления обозначены



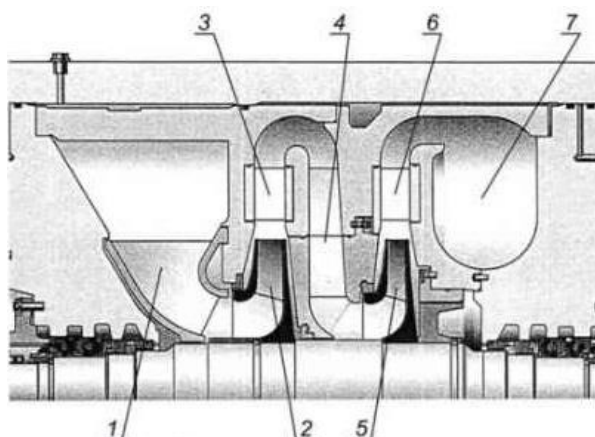
1. 1, 3 и 5
2. 1
3. 5
4. 1 и 3
5. 2 и 4

**ВОПРОС 14.** На рисунке представлена схема ГТУ. Температурный перепад на турбине высокого давления (турбине газогенератора) составляет...



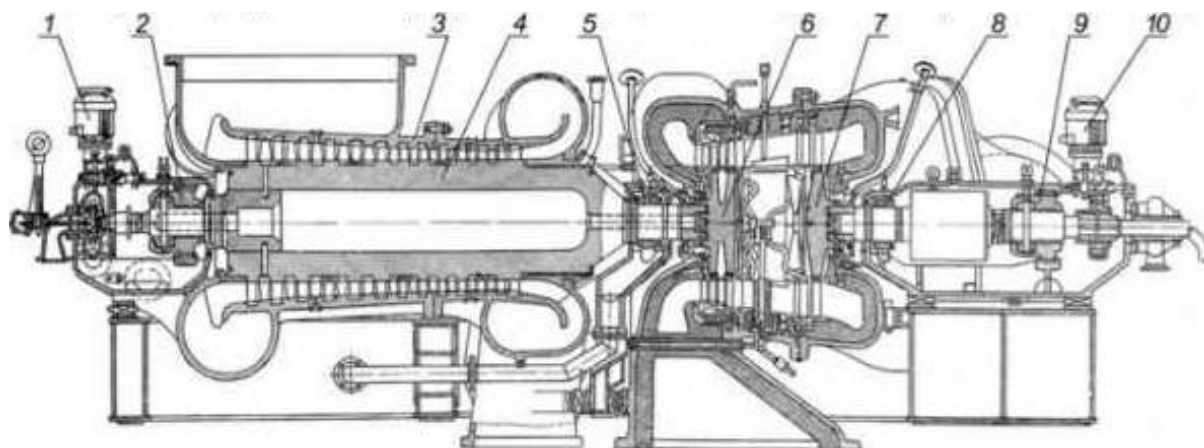
1. от 607 °С до 382 °С
2. от 334 °С до 195 °С
3. от 750 °С до 382 °С
4. от 750 °С до 607 °С
5. от 382 °С до 243 °С

**ВОПРОС 15. На схеме центробежного нагнетателя цифрой 1**



1. обозначен диффузор второй ступени
2. обозначено рабочее колесо первой ступени
3. обозначено входное устройство
4. обозначен диффузор первой ступени
5. обозначено рабочее колесо второй ступени.

**ВОПРОС 16. На рисунке представлен продольный разрез газотурбинной установки. Ротор осевого компрессора**



1. цельнокованный сплошной
2. дисковый с периферийными стяжками
3. барабанно-дисковый сварной
4. барабанный
5. дисковый с центральной стяжкой

**ВОПРОС 17. Экономичность ГТУ можно повысить использованием**

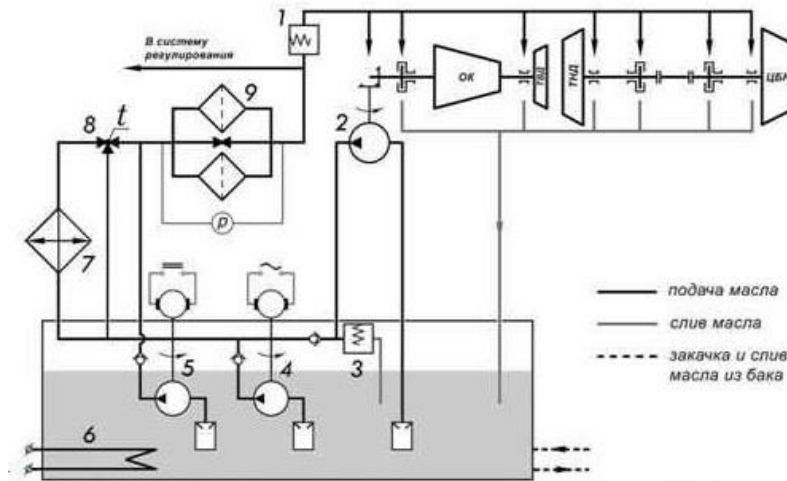
1. одновальных ГТУ с промежуточным подогревом при сжатии
2. одновальных ГТУ
3. цикла с промежуточным подогревом при сжатии и промежуточным охлаждением при расширении
4. цикла со ступенчатым сжатием и промежуточным охлаждением и цикла со ступенчатым расширением и промежуточным подогревом рабочего тела
5. цикла со ступенчатым расширением и промежуточным подогревом рабочего тела

**ВОПРОС 18. Эффективный КПД газотурбинных установок простого цикла, используемых в составе утилизационных ПГУ, составляет**

1. 0,45 ... 0,54
2. 0,7 ... 0,8
3. 0,34 ... 0,4
4. 0,17 ... 0,27
5. 0,55 ... 0,65

**ВОПРОС 19. На рисунке представлена схема смазочной системы газотурбинной установки (с упрощениями). Пусковой масляный насос обозначен цифрой...**





1. 5
2. 3
3. 4
4. 2
5. 7

**ВОПРОС 20. Основное сжатие газа в одноступенчатом центробежном нагнетателе (компрессоре) осуществляется в**

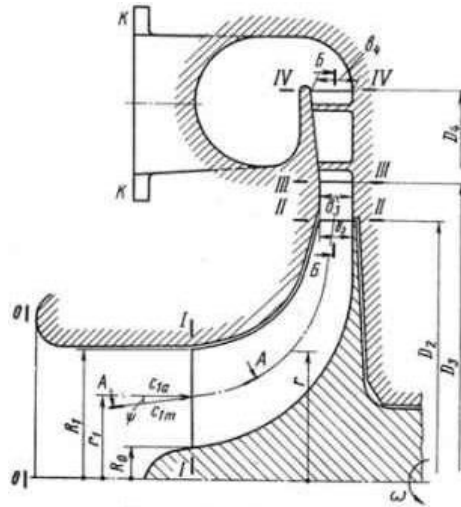
1. входном устройстве и рабочем колесе
2. рабочем колесе и диффузоре
3. рабочем колесе и улитке
4. диффузоре и входном устройстве
5. диффузоре и улитке

**Вариант 3.**

ПК-10: Способен выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием

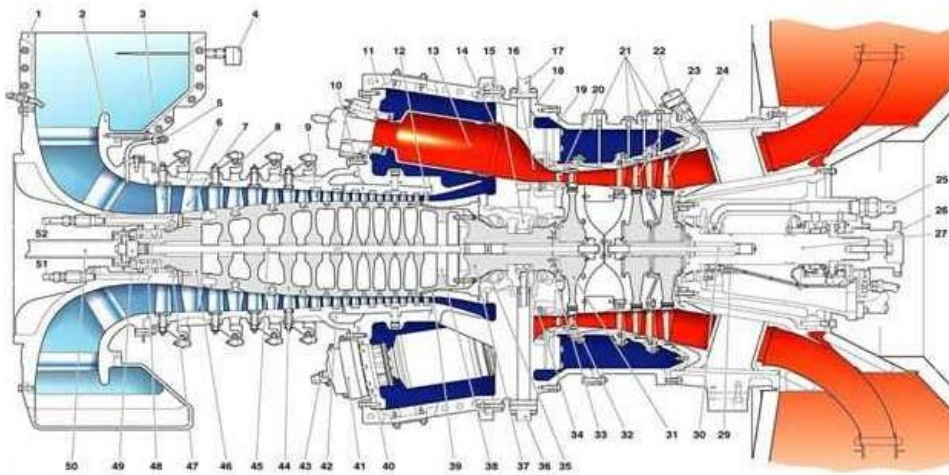
ПК-10.3: Выполнение расчетов тепловых схем паровозовых и газотурбинных установок по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

**ВОПРОС 1. На рисунке приведена схема проточной части одноступенчатого центробежного компрессора. Диффузор ограничен сечениями**



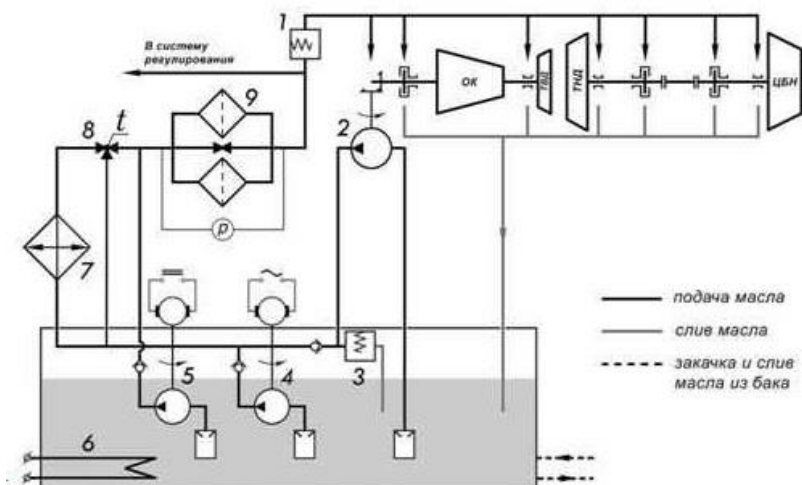
1. III и IV
2. II и IV
3. IV и K
4. O и I
5. I и II

**ВОПРОС 2.** На рисунке представлен продольный разрез газотурбинной установки. Это \_\_\_\_\_, реализующая \_\_\_\_\_ цикл



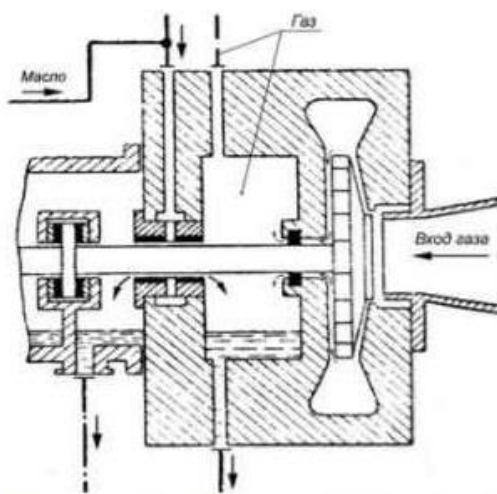
1. одновальная ГТУ, регенеративный
2. двухвальная ГТУ, регенеративный
3. одновальная ГТУ, простой
4. трехвальная ГТУ, простой
5. двухвальная ГТУ, простой

**ВОПРОС 3.** На рисунке представлена схема смазочной системы газотурбинной установки (с упрощениями). Цифрой 5 обозначен...



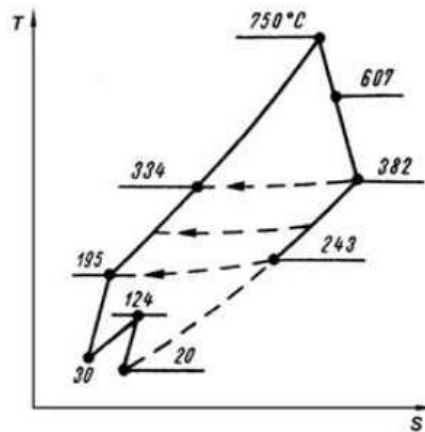
1. аварийный масляный насос
2. пусковой масляный насос
3. регулятор давления масла
4. главный масляный насос
5. предохранительный клапан

**ВОПРОС 4. В гидравлическом уплотнении (схема уплотнения представлена на рисунке) на всех режимах работы давление подаваемого масла**



1. больше давления запираемого газа
2. равно давлению запираемого газа
3. меньше давления запираемого газа
4. равно 3-4 МПа

**ВОПРОС 5. На рисунке представлен термодинамический цикл**



- 1 ГТУ с регенерацией
- 2 комбинированной парогазотурбинной установки
- 3 ГТУ с промежуточным охлаждением при сжатии и регенерацией
- 4 ГТУ с промежуточным охлаждением при сжатии
- 5 ГТУ

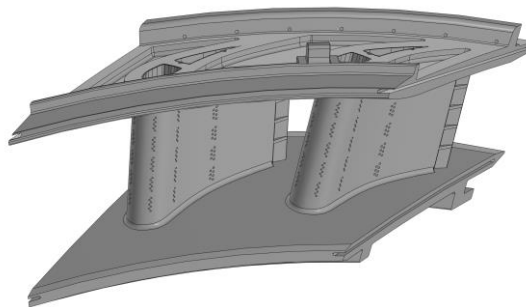
**ВОПРОС 6. Прецизионный уплотнительный узел, предназначенный для герметизации полости оборудования, которая находится под давлением или разрежением рабочей среды, и вращающимся валом, проходящим через эту полость называется:**

1. манжетным уплотнением
2. лабиринтным уплотнением
3. торцовым уплотнением
4. гидравлическим (щелевым) уплотнением
5. сальниковой набивкой

**ВОПРОС 7. Допустимая температура металла лопаток по условиям жаропрочности и возникающих напряжений в конструкции энергетических ГТУ в настоящее время:**

1. 500 °С
2. 750 °С
3. 900 °С
4. 1050 °С
5. 1200 °С

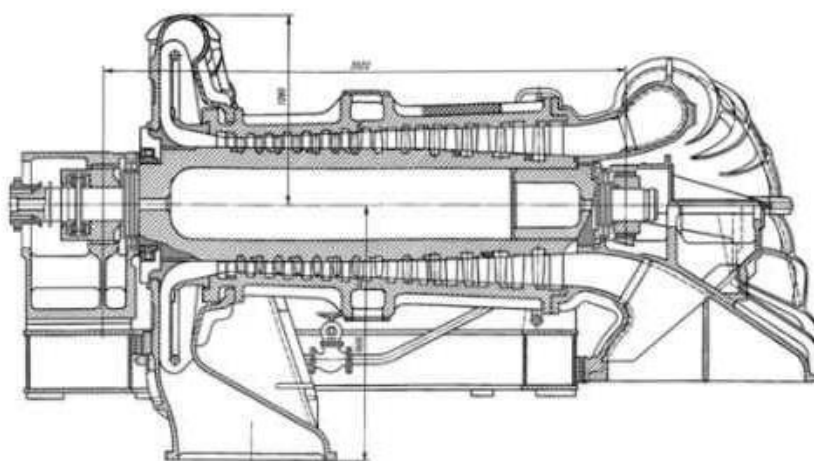
**ВОПРОС 8. На рисунке представлен вид элемента проточной части газовой турбины, в котором...**



1. происходит сжатие газа

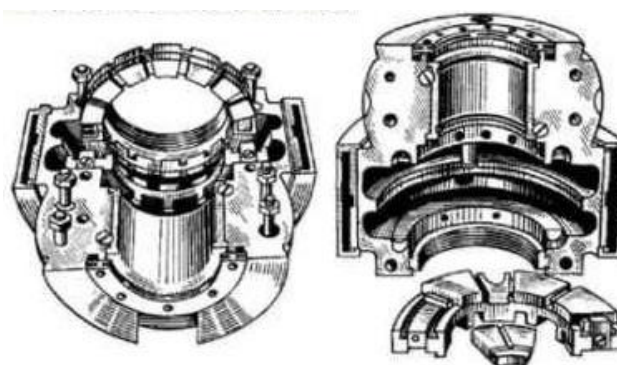
2. газ расширяется и приобретает необходимую закрутку
3. происходит расширение газа
4. газ сжимается и приобретает необходимую закрутку
5. газовый поток приобретает необходимую закрутку

**ВОПРОС 9. На рисунке представлен продольный разрез**



1. паровой турбины
2. центробежного компрессора
3. центробежного насоса
4. многоступенчатой газовой турбины
5. осевого компрессора

**ВОПРОС 10. На рисунке представлен(о)**



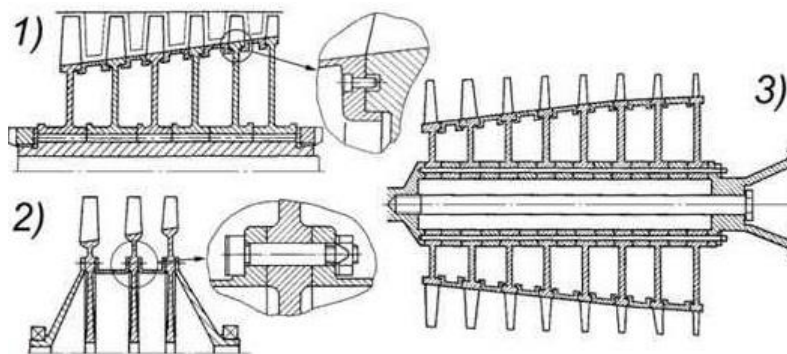
1. лабиринтное уплотнение
2. сегментный опорный подшипник
3. опорный подшипник
4. опорно-упорный подшипник
5. упорный подшипник

**ВОПРОС 11. Уплотнения, в которых уплотняющей втулкой является внутренняя поверхность опорного подшипника, называются \_\_\_\_\_ уплотнениями**

1. лабиринтным (бесконтактными)

2. гидравлическими (щелевыми)
3. сухим торцовыми газодинамическим
4. масляными торцовыми (контактными)

**ВОПРОС 12.** На рисунке представлены некоторые схемы роторов осевых компрессоров. Роторы дискового типа обозначены цифрами

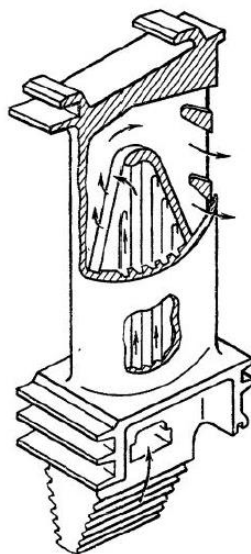


1. 1 и 3
2. 2
3. 2 и 3
4. 1 и 2

**ВОПРОС 13.** Одним из недостатков роторов барабанного типа является

1. небольшая критическая угловая скорость (частота вращения)
2. низкая рабочая окружная скорость (до 200 м/с)
3. малая вибрационная стойкость
4. малая изгибная жесткость
5. сложность конструкции

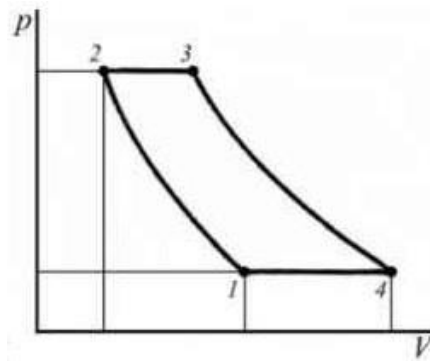
**ВОПРОС 14.** На рисунке изображена рабочая лопатка турбины. Она является...



1. охлаждаемой, с замком елочного типа, без бандажной полки
2. неохлаждаемой, с замком трапецевидного типа и бандажной полкой

3. неохлаждаемой, с замком трапециевидного типа, без бандажной полки
4. неохлаждаемой, с замком елочного типа и бандажной полкой
5. охлаждаемой, с шарнирным замком и бандажной полкой

**ВОПРОС 15. Представленная  $pV$  диаграмма является**



1. циклом поршневого ДВС с подводом тепла при постоянном объеме
2. процессом сжатия в центробежном нагнетателе
3. процессом сжатия в поршневом компрессоре
4. циклом ГТУ с подводом тепла при постоянном объеме
5. циклом ГТУ с подводом тепла при постоянном давлении

**ВОПРОС 16. Повышение начальной температуры продуктов сгорания в ГТУ приводит к ...**

1. Увеличению потерь на трение в подшипниках
2. Увеличению оптимальной степени повышения давления в цикле
3. Увеличению внутреннего КПД ГТУ
4. Уменьшению внутреннего КПД ГТУ

**ВОПРОС 17. Охлаждение элементов проточной части газовой турбины необходимо применять при начальной температуре газов в ГТУ:**

1. 300...450 °С
2. 450...600 °С
3. 600...900 °С
4. Выше 950 °С

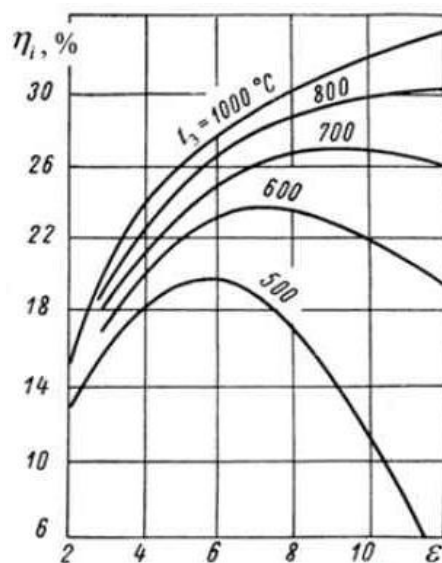
**ВОПРОС 18. Современные газотурбинные установки в составе ПГУ утилизационного типа работают по циклу:**

1. Отто
2. Брайтона
3. Ренкина
4. Карно

**ВОПРОС 19. Парогазовый энергоблок включает в себя:**

1. одну ГТУ, несколько котельных установок и паровую турбину
2. одну или несколько ГТУ, одну или несколько котельных установок (по числу ГТУ) и паротурбинную установку
3. несколько ГТУ, одну котельную установку и электрогенератор
4. одну или несколько ГТУ.

**ВОПРОС 20.** На рисунке представлены зависимости внутреннего КПД ГТУ от степени



1. повышения давления в компрессоре при заданных температурах перед турбиной
2. повышения температуры в компрессоре
3. промежуточного охлаждения
4. расширения газовой турбине
5. повышения давления в компрессоре.



Приложение № 3

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основные схемы ГТУ.
2. Зависимость КПД действительного цикла ГТУ от степени сжатия при различных степенях повышения температуры.
3. Тепловая схема ГТУ.
4. Тепловая схема ПГУ.
5. По каким циклам работают ГТУ тепловых электростанций?
6. Упрощенная схема ПГУ.
7. Примеры использования ПГУ на электростанциях.
8. Почему ПГУ с высоконапорным парогенератором обладает наивысшей тепловой эффективностью по сравнению с другими типами ПГУ?
9. Общепринятая классификация всех типов ПГУ.
10. Схема ПГУ с УПК. Почему ПГУ с УПК обладает невысокой экономичностью?
11. Схема котла-утилизатора.
12. Схема ПГУ с ВПГ.
13. Почему ПГУ с ВПГ обладают наивысшей экономичностью по сравнению с другими типами ПГУ?
14. Схема высоконапорного парогенератора.
15. Состав оборудования ПГУ с ВПГ.
16. Схема ПГУ полузависимого типа.
17. Примеры промышленного использования ПГУ полузависимого типа.
18. Схема ПГУ со сбросом уходящих газов в топку котла
19. Состав оборудования ПГУ со сбросом уходящих газов в топку котла.
20. Какие конструктивные изменения необходимо внести в конструкцию парового котла для использования его в ПГУ со сбросом газов в топку?
21. Примеры промышленного использования ПГУ со сбросом газов в топку.
22. Примеры модернизации действующих ТЭС парогазовыми установками.
23. Схему модернизации какой-либо ТЭС путем надстройки газовой турбины.
24. Почему ТЭС с ПГУ наиболее экологически чисты?
25. Тепловая схема ПГУ-450 Калининградской ТЭЦ-2.
26. Состав оборудования ПГУ-450.

27. Техничко-экономические показатели ПГУ-450.
28. Тепловая схема ПГУ-110 Прегольской ТЭС.
29. Состав оборудования ПГУ-110.
30. Техничко-экономические показатели ПГУ-110.
31. Особенности конструкции и область применения одновальных и двухвальных ГТУ.
32. Схема двухконтурной ПГУ с вытеснением регенерации.
33. Двух- и трёхконтурные схемы ПГУ. Область применения, преимущества и недостатки.