Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Волжский государственный университет водного транспорта"

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.В.Д21 Судовые турбомашины

Профиль	Судовождение на внутренних водных путях и в прибрежном плавании с правом эксплуатации судовых энергетических установок
Институт	«Морская академия»
Кафедра	Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок
Специальность	26.05.05 Судовождение

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестры
		8
Лекции	24 Часы	24
Лабораторные работы	24 Часы	24
СРС	24 Часы	24

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.В.21	Блок 1 Дисциплины (модули) (Часть, формируемая участниками образовательных отношений)	2

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	СРС	Всего
1	Раздел 1 Место турбомашин в судовой энергетике. История развития турбин.	2 Часы			2 Часы
2	Раздел 2 Устройство и принцип действия турбинных ступеней осевого типа – активной и реактивной. Ступени скорости.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
3	Раздел 3 Понятие о степени реактивности турбинной ступени. Треугольники скоростей. Устройство и принципе действия турбинной ступени радиального типа.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
4	Раздел 4 Устройство судовых главных и вспомогательных паровых турбин.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
5	Раздел 5 Тепловой цикл турбинной установки. Показатели эффективности работы паровых турбин и способы их повышения.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
6	Раздел 6 Устройство судовых главных и вспомогательных газовых турбин, включая турбокомпрессоры для наддува судовых дизелей.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
7	Раздел 7 Способы повышения эффективности газотурбинных установок. Сложные циклы.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
8	Раздел 8 Детали турбин		2 Часы	2 Часы	4 Часы
9	Раздел 9 Основы теории осевой турбинной ступени	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
10	Раздел 10 Устройство и принцип действия осевого компрессора.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
11	Раздел 11 Схема центробежной компрессорной ступени.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
12	Раздел 12 Правила обслуживания судовых турбин, включая турбокомпрессоров для наддува судовых дизелей.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы
13	Раздел 13 Характерные неисправности, способы их предупреждения и устранения.	2 Часы	2 Часы	2 Часы	6 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции	ИДК
1	Раздел 1 Место турбомашин в судовой энергетике. История развития турбин.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
2	Раздел 2 Устройство и принцип действия турбинных ступеней осевого типа – активной и реактивной. Ступени скорости.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
3	Раздел 3 Понятие о степени реактивности турбинной ступени. Треугольники скоростей. Устройство и принципе действия турбинной ступени радиального типа.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
4	Раздел 4 Устройство судовых главных и вспомогательных паровых турбин.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
5	Раздел 5 Тепловой цикл турбинной установки. Показатели эффективности работы паровых турбин и способы их повышения.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
6	Раздел 6 Устройство судовых главных и вспомогательных газовых турбин, включая турбокомпрессоры для наддува судовых дизелей.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
7	Раздел 7 Способы повышения эффективности газотурбинных установок. Сложные циклы.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
8	Раздел 8 Детали турбин	ПК-32.	ПК-32.В.1;
9	Раздел 9 Основы теории осевой турбинной ступени	ПК-32.	ПК-32.3.1;
10	Раздел 10 Устройство и принцип действия осевого компрессора.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
11	Раздел 11 Схема центробежной компрессорной ступени.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
12	Раздел 12 Правила обслуживания судовых турбин, включая турбокомпрессоров для наддува судовых дизелей.	ПК-32.	ПК-32.3.1;
13	Раздел 13 Характерные неисправности, способы их предупреждения и устранения.	ПК-32.	ПК-32.3.1;

5. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ПК-32.З.1 Знает способы осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ПК-32.У.1 Умеет осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ПК-32.В.1 Владеет способами осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

6.1 Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	оборудование и технические средства обучения (Парты (34 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.); Стол аудиторный (10 ед.) (662) Стул (32 ед.); парты (19 ед.); мультимедийное оборудование (1ед.); стол аудиторный (18 ед.); доска (1 ед.) (663) Парты (47 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (668) Парты (40 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (670))	662,663,668,670

2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	462

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

6.3 Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров
1	Крайнова, В.В. Методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. – Режим доступа: http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Tmp/f15520.pdf	2 018	Электронный ресурс	0
2	Варечкин, Ю.В.;Судовые турбомашины;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403;Батялов, А.А.Варечкин, Ю.В.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 010	Электронный ресурс	0
3	Варечкин, Ю.В.;Эксплуатация судовых турбомашин;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403;Варечкин, Ю.В.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 012	Электронный ресурс	0
4	Варечкин, Ю.В.;Турбовинтовой двигатель НК-4;учебно-методическое пособие для студентов [по направлению подготовки 26.05.06];Варечкин, Ю.В.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 020	Электронный ресурс	0
5	Конюков, В.Л.;Судовые турбомашины;учебное пособие;Ёниватов, В.В.Конюков, В.Л.Шаратов, А.С.-Керчь,<null>; URL: https://reader.lanbook.com/book/174807 (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей ;<null>	2 021	Электронный ресурс	0
6	Лебедев, Б.О.;Судовые турбомашины;учебное пособие;Андрющенко, С.П.Коновалов, В.В.Лебедев, Б.О.Лебедев, О.Б.-Новосибирск,<null>; URL: https://reader.lanbook.com/book/157151 (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей ;<null>	2 019	Электронный ресурс	0
7	Варечкин, Ю.В.;Испытания паровой турбины;методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов: [по направлению подготовки 260506];Варечкин, Ю.В.Колыванов, В.В.Храмов, М.Ю.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 023	Электронный ресурс	0

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно- телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: http://www.eios.vsuwt.ru/.

6.4 Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1136983505312
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/

6.5 Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование

1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
4	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)

7. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к программе.

№ п/п	Индикатор достижения компетенций	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
						2	3	4	5
			Вид контроля	Форма контроля		не зачтено	зачтено		
1	ПК-32.З.1, ПК-32.В.1, ПК-32.У.1	1,2,3,4,5,6,7,9,10,11	Текущий контроль	Тест	Тест состоит из 10 вопросов. Время подготовки 10 минут.	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов
2	ПК-32	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Тест состоит из 10 вопросов. Время подготовки 10 минут.	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов
3	ПК-32	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	Промежуточная аттестация	Зачет		Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов дисциплины, его базовых понятий и фундаментальных проблем. Слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отсутствуют ответы на дополнительные вопросы, необходимые умения и навыки			Обучающийся демонстрирует знание основных разделов дисциплины, его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобретены необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично изложен теоретический материал, допущены лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности

8. Разработчики:

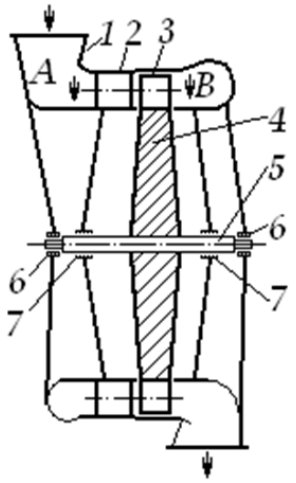
	Доцент	Кафедра эксплуатации судовых энергетических установок	Варечкин Ю. В.
(ученая степень)	*(занимаемая должность)*	*(место работы)*	*(ФИО)*

Судовые турбомашины

Задание ОПК2-1

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

На принципиальной схеме одноступенчатой турбины обозначены



Ответ: 1-…, 2-…, 3-……, 4-…, 5-……, 6-……, 7-……

Задание ОПК2-2

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

Сопловой аппарат турбины предназначен для преобразования

1. кинетической в механическую
2. потенциальной в механическую
3. потенциальной в кинетическую
4. кинетической в потенциальную

Ответ:

Задание ОПК2-3

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

На рабочих лопатках турбины происходит преобразование энергии

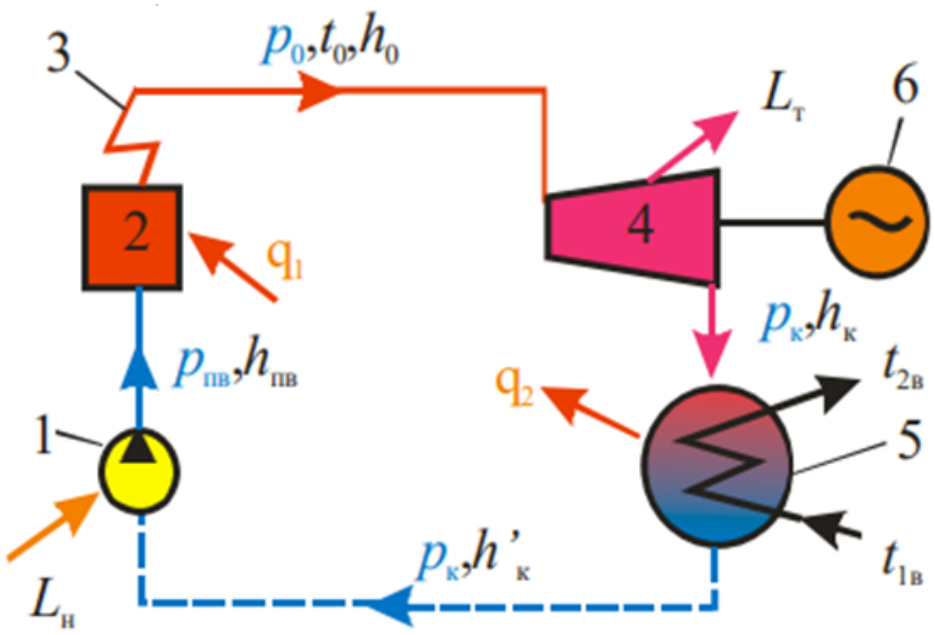
1. кинетической в механическую
2. потенциальной в механическую
3. потенциальной в кинетическую
4. кинетической в потенциальную

Ответ:

Задание ОПК2-4

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

На принципиальной схеме простейшей паротурбинной установки обозначены

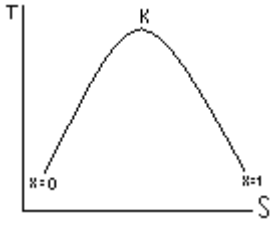


Ответ:1-…., 2-….., 3-……, 4-….., 5-……., 6-…….

Задание ОПК2-5

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

Идеальный цикл Ренкина в T-S координатах имеет вид



Ответ:

Задание ОПК2-6

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

Если при T_1=const увеличить давление P_1, то конечная влажность пара

1. уменьшается
2. остается постоянной
3. возрастает

Ответ:

Задание ОПК2-7

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

В схему ГТУ открытого цикла последовательно включены: компрессор - ……

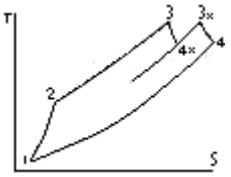
Ответ:

Задание ОПК2-8

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

В T-S координатах представлен цикл ГТУ

1. с регенерацией теплоты
2. с промежуточным охлаждением
3. с промежуточным подогревом



Ответ:

Задание ОПК2-9

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

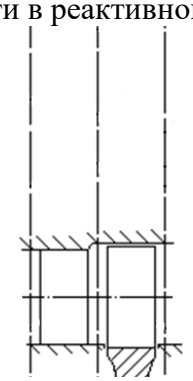
Степень повышения давления в компрессоре определяется по формуле

Ответ:

Задание ОПК2-10

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

График изменения давления и скорости в реактивной ступени имеет вид



Ответ:

Судовые турбомашины

Задание ПК5-1

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

Особенностью турбин является:

Ответ: 1-…, 2-…, 3-…

Задание ПК5-2

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

Скорость потока в соплах

1. увеличивается
2. остается постоянной
3. уменьшается

Ответ:

Задание ПК5-3

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

В активной ступени турбины давление потока падает

1. только в соплах
2. только на рабочих лопатках
3. в соплах и на рабочих лопатках

Ответ:

Задание ПК5-4

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

Схема паротурбинной установки имеет вид…

Ответ:

Задание ПК5-5

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

Если при P_1=const повысить температуру пара, то КПД установки

1. уменьшается
2. остается постоянным
3. возрастает

Ответ:

Задание ПК5-6

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

Промежуточный перегрев пара осуществляется

1. после котла
2. после турбины высокого давления
3. после турбины низкого давления

Ответ:

Задание ПК5-7

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

В схему ГТУ закрытого цикла последовательно включены: компрессор - ……

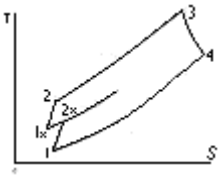
Ответ:

Задание ПК5-8

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

В T-S координатах представлен цикл

1. с регенерацией теплоты
2. с промежуточным охлаждением
3. с промежуточным подогревом

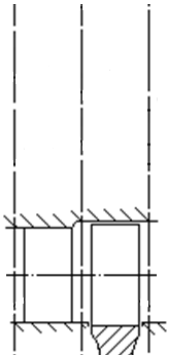


Ответ:

Задание ПК5-9

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

График изменения давления и скорости в активной ступени имеет вид

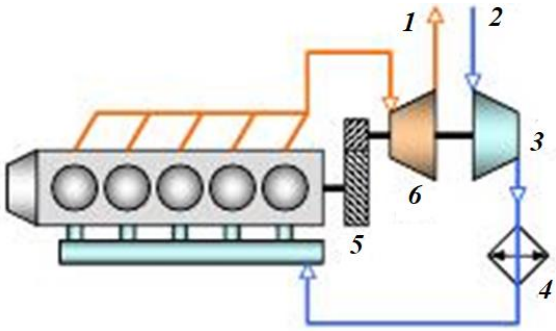


Ответ:

Задание ПК5-10

Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. Продумать логику и полноту ответа. Записать развернутый обоснованный ответ на вопрос, используя четкие компактные формулировки.

На принципиальной схеме комбинированного наддува обозначены



Ответ:1-…., 2-….., 3-……, 4-….., 5-……., 6-…….

Контрольные вопросы к зачету по дисциплине «Судовые турбомашины»

Раздел 1. Общие сведения о турбомашинах. Область применения турбомашин.

1. Классификация турбомашин по виду теплоносителя.
2. Классификация турбомашин в зависимости от назначения.
3. Классификация ПТУ.
4. Классификация ГТУ.
5. Принцип действия паротурбинной установки.
6. Принцип действия газотурбинной установки.
7. Преимущества ГТУ.
8. Недостатки ГТУ.
9. Преимущества ПТУ.
10. Недостатки ПТУ.

Раздел 2. Тепловые схемы турбинных установок.

1. Тепловая схема и состав ПТУ открытого типа.
2. Тепловая схема и состав ПТУ закрытого типа.
3. Цикл Ренкина.
4. Цикл реальной ПТУ.
5. Работа получаемая в ПТУ. Располагаемый и используемый теплоперепад.
6. Перегрев пара.
7. Термический КПД цикла Ренкина.
8. Предельный регенеративный цикл при работе на сухом насыщенном паре.
9. Предельный регенеративный цикл при работе на перегретом паре.
10. Принципиальная схема ПТУ с регенеративными подогревателями питательной воды.
11. Сравнение циклов ПТУ с различными начальными давлениями пара.
12. Сравнение циклов ПТУ с различными начальными температурами пара.
13. Тепловая схема ПТУ с промежуточнным перегревом пара.
14. Цикл ПТУ с промежуточнным перегревом пара.
15. Сравнение циклов ПТУ с различными давлениями пара в конце процесса расширения.
16. Схема и элементы ГТУ открытого типа.
17. Схема и элементы ГТУ закрытого типа.
18. Модель воздушного потока в камере сгорания ГТД.
19. Идеальный цикл ГТУ.
20. КПД идеальной ГТУ.
21. Коэффициент полезной работы.
22. Внутренние и внешние потери в ГТУ.
23. Цикл ГТУ с учетом внутренних потерь.
24. Внутренний КПД ГТУ.
25. Схема и цикл ГТУ с регенерацией теплоты.
26. Схема и цикл ГТУ с промежуточным охлаждением воздуха при сжатии и регенерацией теплоты.
27. Схема и цикл ГТУ с промежуточным подогревом и регенерацией теплоты
28. Принципиальная схема ГТД с свободной силовой турбиной.

Раздел 3. Теория осевой турбинной ступени.

1. Основные уравнения теории течения сжимаемой жидкости.
2. Уравнение состояния.
3. Уравнение неразрывности (сплошности).
4. Уравнение количества движения.
5. Уравнение сохранения энергии.
6. Критические параметры, критическая скорость.

7. Процесс установившегося течения рабочего тела в соплах без учета потерь.
8. Полные параметры (параметры торможения).
9. Теоретическая скорость истечения.
10. Теоретический расход рабочей среды через сопло.
11. Действительный процесс истечения рабочего тела из сопел.
12. Потеря энергии в сопле.
13. Теоретический процесс на рабочих лопатках
14. Действительный процесс на рабочих лопатках
15. Потеря кинетической энергии в рабочей решетке.
16. Потери с выходной скоростью.
17. Использование выходной энергии в многоступенчатых турбинах.
18. Располагаемая энергия.
19. Силовое воздействие потока на рабочие лопатки.
20. Расчет ступени паровой турбины.
21. Предварительный расчет турбоагрегата.
22. Профильные потери.
23. Потери от трения в пограничном слое.
24. Потери от срыва пограничного слоя.
25. Кромочные потери.
26. Волновые потери.
27. Потерь от трения в пограничном слое на торцевых стенках каналов.
28. Потерь от парного вихря.
29. Потери от взаимодействия решеток и нестационарности потока.
30. Потери от влажности пара.

Раздел 4. Многоступенчатые турбины со ступенями скорости и ступенями давления.

1. Особенности турбин, классификация турбин.
2. Схема и основные элементы одноступенчатой турбины.
3. Активные турбины.
4. Действие потока на лопатку активной ступени.
5. Реактивные турбины.
6. Силы, действующие на лопатку реактивной ступени.
7. План скоростей турбины (треугольник скоростей).
8. Степень реактивности (реакции)
9. Характеристика турбинной ступени.
10. Многоступенчатая турбина с активными ступенями давления.
11. Многоступенчатая турбина с реактивными ступенями давления.
12. Многоступенчатая турбина со ступенями скорости.
13. Смешанная активно-реактивная турбина.
14. Турбины заднего хода.
15. Схема и основные элементы радиальной турбины.