

## **Приложение к рабочей программе дисциплины Судовые турбомашинны**

Специальность – 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок  
Специализация – Эксплуатация главной судовой двигательной установки  
Учебный план 2023 года разработки

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

#### **1 Назначение фонда оценочных средств (ФОС) по дисциплине**

ФОС по учебной дисциплине «Судовые турбомашинны» – совокупность контрольных материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимся установленных результатов обучения, а также их уровня сформированности всех компетенций (или их частей), закрепленных за дисциплиной. ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

##### **Задачи ФОС:**

- управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формированием компетенций, определенных в ФГОС ВО и Конвенции ПДНВ-78 с поправками, по соответствующему направлению подготовки (специальности);
- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины с выделением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих мероприятий;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение в образовательный процесс университета инновационных методов обучения;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

#### **2 Структура ФОС и применяемые методы оценки полученных знаний**

##### **2.1 Общие сведения о ФОС**

В соответствии с требованиями Кодекса ПДНВ (Раздел А-III/1 Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных механиков судов с обслуживаемым или периодически не обслуживаемым машинным отделением, функция: судовые механические установки на уровне эксплуатации):

–Каждый кандидат на получение диплома вахтенного механика должен продемонстрировать способность принять на себя задачи, обязанности и ответственность, перечисленные в колонке 1 таблицы А-III/1 Кодекса ПДНВ.

–Минимальные знание, понимание и профессиональные навыки, требуемые для дипломирования, перечислены в колонке 2 таблицы А-III/1 Кодекса ПДНВ, и при этом должно приниматься во внимание руководство, приведенное в части В Кодекса ПДНВ.

–Каждый кандидат на получение диплома должен представить доказательство того, что он достиг требуемого стандарта компетентности, указанного в колонках 3 и 4 таблицы А-III/1 Кодекса ПДНВ.

ФОС позволяет оценить освоение всех указанных в рабочей программе дескрипторов компетенции, установленных ОПОП и Международной конвенцией ПДНВ-78 с поправками. В качестве методов оценивания применяются: наблюдение за работой (Performancetests), наблюдение за действиями в смоделированных условиях (Simulationtests), применение активных методов обучения, экспресс-тестирование, программированные тесты.

Структурными элементами ФОС по дисциплине являются: входной контроль (предназначается для определения уровня входных знаний), ФОС для проведения текущего контроля, состоящие из устных, письменных заданий, тестов, и шкалу оценивания; ФОС для

проведения промежуточной аттестации, состоящий из устных, письменных заданий, и других контрольно-измерительные материалов, описывающих показатели, критерии и шкалу оценивания; методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

### Применяемые методы оценки полученных знаний по разделам дисциплины

Раздел	Текущая аттестация (количество заданий, работ)				Промежуточная аттестация
	Задания для самоподготовки обучающихся	Экспресс опрос на лекциях по текущей теме (экспресс-тестирование)	Защита расчетно-графической работы	Защита курсового проекта	
Раздел 1. Тепловые схемы, циклы, показатели экономической эффективности судовых турбинных установок	+	+	-	-	Экзамен
Раздел 2. Устройство и принцип действия судовых турбомашин и их элементов	+	+	+	+	Экзамен
Раздел 3. Расширение газа в каналах, образованных решеткой турбинных профилей	+	+	+	+	Экзамен
Раздел 4. Потери энергии в турбинных решетках. Работа на окружности рабочего колеса. Окружной КПД	+	+	+	+	Экзамен
Раздел 5. Внутренняя мощность и внутренний КПД турбинной ступени. Многоступенчатые турбины	+	+	+	+	Экзамен
Раздел 6. Работа турбинной ступени на долевых режимах. Внешние характеристики турбин	+	+	-	+	Экзамен
Раздел 7. Центробежные компрессоры. Характеристики компрессора. Неустойчивая работа компрессора-помпаж	+	+	+	+	Экзамен
Раздел 8. Теория осевой компрессорной ступени. Характеристики осевого компрессора	+	+	+	-	Экзамен
Раздел 9. Основы расчета на прочность элементов турбомашин. Основные положения эксплуатации судовых турбомашин	+	+	+	+	Экзамен

## 2.2 Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

### Входной контроль

Входной контроль проводится с целью определения уровня знаний обучающихся, необходимых для успешного освоения материала дисциплины.

Входной контроль проводится в виде выполнения тестовых заданий:

№	Вопрос	Варианты ответов
1	В соответствии со схемой обозначить основные элементы простейшей паротурбинной установки	1. 1 – конденсатор, 2 – паровая турбина, 3 – паровой котел, 4 – конденсатный насос, 5 – теплый ящик, 6 – питательный насос; 2. 1 – конденсатор, 2 – паровая турбина, 3 –

		<p>подогреватель питательной воды, 4 – конденсатный насос, 5 – теплый ящик, 6 – питательный насос;</p> <p>3. 1 – паровой котел, 2 – паровая турбина, 3 – конденсатор, 4 – конденсатный насос, 5 – теплый ящик, 6 – питательный насос</p>
2	<p>В цикле паротурбинной установки указать действительный процесс расширения пара в турбине</p>	<p>1. Процесс 2д-3;</p> <p>2. Процесс 1-2;</p> <p>3. Процесс 1-2д;</p> <p>4. Процесс 4-5;</p> <p>5. Процесс 3-3’</p>
3	<p>Укажите уравнение для определения термического КПД цикла, если:</p> <p><math>q_1</math> – подведенная в цикле теплота;</p> <p><math>q_2</math> – отведенная в цикле теплота:</p>	<p>1. <math>\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_2}</math> ;</p> <p>2. <math>\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}</math> ;</p> <p>3. <math>\eta_t = 1 - \frac{q_1}{q_2}</math></p>
4	<p>В соответствии с приведенной схемой газотурбинной установки (ГТУ) какой элемент обозначен цифрой 3?</p>	<p>1. Промежуточный охладитель воздуха;</p> <p>2. Компрессор;</p> <p>3. Камера сгорания;</p> <p>4. Газовая турбина</p>
5	<p>На диаграмме идеального цикла ГТУ укажите процесс повышения давления в компрессоре</p>	<p>1. Процесс 1 – 2;</p> <p>2. Процесс 2 – 3;</p> <p>3. Процесс 3 – 4;</p> <p>4. Процесс 4 – 1</p>
6	<p>Дайте определение степени повышения давления в компрессоре</p>	<p>1. Отношение давления на входе к давлению на выходе;</p> <p>2. Отношение давления на выходе к давлению на входе;</p> <p>3. Отношение разности давлений на выходе и входе и давления на входе</p>
7	<p>Как промежуточное охлаждение воздуха между компрессором низкого давления и компрессором высокого давления влияет на мощность компрессора высокого давления?</p>	<p>1. Мощность КВД увеличивается;</p> <p>2. Мощность КВД уменьшается;</p> <p>3. Мощность КВД не изменяется</p>
8	<p>Назовите основное преимущество газотурбинной установки по сравнению с дизельной</p>	<p>1. Большая тепловая экономичность;</p> <p>2. Меньшие массогабаритные показатели;</p> <p>3. Большой ресурс</p>
9	<p>Что такое число Маха потока рабочего тела?</p>	<p>1. Отношение скорости потока к местной скорости звука;</p> <p>2. Отношение скорости потока к критической скорости;</p> <p>3. Отношение критической скорости к местной</p>

		скорости звука
10	Какое выражение соответствует уравнению неразрывности в дифференциальной форме? Где $f$ – площадь поперечного сечения канала, $w$ – скорость потока, $\rho$ – плотность	$\frac{df}{f} + \frac{dw}{w} + \frac{dp}{\rho} = 0$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{df}{f} + \frac{dw}{w} + \frac{dp}{\rho} = 0</math> ;</li> <li>2. <math>f df + w dw + \rho dp = 0</math> ;</li> <li>3. <math>\rho f df + f w dw + w \rho dp = 0</math></li> </ol>
11	Что такое критический режим течения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Режим, при котором плотность паровой фазы становится равной плотности жидкой фазы;</li> <li>2. Режим, при котором скорость потока становится равной местной скорости звука;</li> <li>3. Режим, при котором пузырьковое кипение переходит в пленочное</li> </ol>
12	Как изменится расход рабочего тела через сопловой аппарат при сверхкритическом режиме течения, если понизить давление за соплом?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличится;</li> <li>2. Уменьшится;</li> <li>3. Не изменится</li> </ol>
13	Как изменится расход рабочего тела через сопловой аппарат при сверхкритическом режиме течения, если повысить давление перед соплом?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличится;</li> <li>2. Уменьшится;</li> <li>3. Не изменится</li> </ol>
14	Что такое коэффициент скорости в соплах?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Это отношение скорости потока на входе в сопло к скорости на выходе;</li> <li>2. Это отношение скорости потока на выходе к критической скорости;</li> <li>3. Это отношение действительной скорости истечения к теоретической</li> </ol>
15	Что такое геометрическая степень диффузорности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отношение входной площади проходного сечения к выходной площади;</li> <li>2. Отношение выходной площади проходного сечения к входной площади;</li> <li>3. Отношение выходной площади проходного сечения к средней по длине канала площади проходного сечения</li> </ol>

Оценивание входного тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено») при общей оценке 75%. Количество попыток прохождения теста – одна. Время прохождения теста – 15 минут.

### Задания для самоподготовки обучающихся

Контрольный вопрос
<b>Раздел 1. Тепловые схемы, циклы, показатели экономической эффективности судовых турбинных установок</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Из каких элементов состоит простейшая паротурбинная установка?</li> <li>2. Перечислите критерии и измерители тепловой экономичности паротурбинной установки (ПТУ).</li> <li>3. Каким образом классифицируются регенеративные ПТУ?</li> <li>4. Перечислите способы повышения тепловой экономичности ПТУ.</li> <li>5. Назовите причину повышения термического КПД цикла ПТУ при увеличении начальной температуры пара.</li> <li>6. Как влияет увеличение начального давления пара в ПТУ на КПД паровой турбины?</li> <li>7. Из каких элементов состоит простейший газотурбинный двигатель (ГТД), работающий по открытому циклу?</li> <li>8. Какие уравнения газотурбинной установки (ГТУ) относятся к главным?</li> <li>9. Перечислите способы повышения тепловой экономичности ГТУ.</li> <li>10. Как влияют потери давления в тракте ГТУ на полезную работу и КПД цикла?</li> <li>11. Какие элементы входят в состав комбинированной газопаротурбинной установки (ГПТУ)?</li> <li>12. Как влияет температура циркулирующей воды на входе в утилизационный котел на КПД ГПТУ?</li> </ol>

<p><b>Раздел 2. Устройство и принцип действия судовых турбомашин, оборудования судовых турбинных установок</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные отличия принципиальных и развернутых тепловых схем судовых ПТУ.</li> <li>2. Какие функции выполняет деаэрактор-подогреватель питательной воды в конденсатно-питательной системе ПТУ?</li> <li>3. Перечислите основные элементы конденсатно-питательной системы ПТУ современного транспортного судна.</li> <li>4. Какие преимущества гравитационной системы смазки по сравнению с напорной?</li> <li>5. В каких турбинах используются роторы дискового типа?</li> <li>6. Как выполняется разъем корпуса паровых турбин?</li> <li>7. Каково назначение думмиса паровой турбины?</li> <li>8. Какие функции выполняет бандаж рабочих аппаратов турбин?</li> <li>9. Какие конструктивные решения используются в турбинах для исключения протечек рабочего тела в машинное отделение?</li> <li>10. Перечислите виды хвостовых креплений лопаток турбин и компрессоров.</li> <li>11. Как обеспечивается компенсация перекоса вала в самоустанавливающихся подшипниках скольжения?</li> <li>12. Где производится подвод и отвод масла в упорных подшипниках главных паровых турбин?</li> <li>13. Как обеспечивается поддержание вакуума в судовых конденсаторах пара?</li> <li>14. Какие энергетические преобразования происходят в межлопаточных каналах рабочего колеса компрессора?</li> <li>15. Из каких элементов состоит ступень осевого компрессора?</li> <li>16. Назовите конструктивное отличие трубчато-кольцевой камеры сгорания от трубчатой.</li> <li>17. Какие конструктивные решения могут использоваться для расширения диапазона режимов работы турбонаддувочных агрегатов судовых ДВС.</li> </ol>
<p><b>Раздел 3. Расширение газа в каналах, образованных решеткой турбинных профилей</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие турбомашин относятся к осевым?</li> <li>2. Какие турбомашин относятся к радиальным?</li> <li>3. Чем отличаются центробежные турбомашин от центростремительных?</li> <li>4. Что такое число Маха рабочего тела?</li> <li>5. Что такое приведенная скорость рабочего тела?</li> <li>6. Какой из критериев: число Маха или приведенная скорость имеют большую интенсивность изменения при течении газа в проточной части турбины?</li> <li>7. Запишите уравнение неразрывности в дифференциальной и интегральной форме.</li> <li>8. Почему в уравнение закона сохранения энергии для потока не входит работа сил трения?</li> <li>9. Как изменяется энтальпия рабочего тела в процессе дросселирования?</li> <li>10. Почему теоретический процесс течения в элементах турбинной ступени принимают адиабатным?</li> <li>11. Запишите уравнение для относительной теоретической скорости на выходе из рабочего аппарата осевой турбинной ступени.</li> <li>12. Запишите уравнение для теоретического расхода через сопловой аппарат турбинной ступени.</li> <li>13. Что такое критический режим течения?</li> <li>14. Как изменится расход рабочего тела через сопловой аппарат при сверхкритическом режиме течения, если понизить давление за соплом?</li> <li>15. Как изменится расход рабочего тела через сопловой аппарат при сверхкритическом режиме течения, если повысить давление перед соплом?</li> <li>16. Используя закон обращения воздействия, выберите форму диффузора для торможения потока от сверхкритической скорости до докритической.</li> <li>17. Что такое хорда профиля турбинной лопатки?</li> <li>18. Что такое угол установки профиля турбинной лопатки?</li> <li>19. Что такое угол атаки при обтекании рабочим телом профиля турбинной лопатки?</li> <li>20. Что такое безударное обтекание профиля турбинной лопатки?</li> <li>21. Что такое относительный шаг решетки турбинных профилей?</li> <li>22. Как определяется эффективный угол выхода из решетки турбинных профилей?</li> <li>23. Дайте определение коэффициенту скорости в соплах.</li> <li>24. Дайте определение коэффициенту потерь энергии в соплах.</li> <li>25. Дайте определение степени реактивности турбинной ступени.</li> <li>26. Изобразите в <math>si</math>- диаграмме действительный процесс расширения рабочего тела в реактивной турбинной ступени.</li> <li>27. Как изменяются величина и направление вектора скорости потока за сопловым аппаратом при дополнительном расширении в косом срезе?</li> </ol>
<p><b>Раздел 4. Потери энергии в турбинных решетках. Работа на окружности рабочего колеса. Окружной КПД</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие потери энергии являются составляющими суммарных потерь для турбинных решеток?</li> <li>2. Какие потери энергии относятся к профильным потерям энергии?</li> <li>3. При каких режимах течения рабочего тела в проточной части имеют место волновые потери энергии?</li> <li>4. Перечислите факторы, влияющие на нестационарность потока в проточной части турбинной ступени.</li> <li>5. Как влияет увеличение шага турбинной решетки на потери от трения в пограничном слое?</li> </ol>

6. Как влияет увеличение шага турбинной решетки на потери энергии от вторичных течений? 7. Что такое степень парциальности впуска турбинной решетки? 8. Запишите выражение для определения длины лопатки турбинной решетки через её геометрические и газодинамические характеристики. 9. Что такое коэффициент расхода турбинной решетки? 10. Дайте определение располагаемой энергии (работы) турбинной ступени. 11. Для каких турбинных ступеней располагаемая работа равна изоэнтальпийной работе? 12. Дайте определение закона количества движения. 13. Запишите уравнения для окружной и осевой составляющих сил, действующих на рабочую лопатку со стороны потока рабочего тела. 14. Дайте определение окружной работе рабочей решетки. 15. Что такое скоростная характеристика турбинной ступени? 16. Какие турбинные ступени: активные или реактивные имеют большее значение оптимальной скоростной характеристики? 17. Какие турбинные ступени относятся к ступеням с относительно длинными лопатками? 18. Как изменяется степень реактивности по длине лопатки? 19. Какой метод профилирования относительно длинных лопаток получил наибольшее распространение в газовых турбинах? 20. Чем вызвано повышение экономичности турбинной ступени при использовании закрученных по длине лопаток?
<b>Раздел 5. Внутренняя мощность и внутренний КПД турбинной ступени. Многоступенчатые турбины</b>
1. Перечислите наиболее характерные внутренние потери энергии. 2. От каких геометрических и эксплуатационных параметров зависят потери от трения диска? 3. Какие причины вызывают дополнительные потери энергии при парциальном подводе газа к турбинной ступени? 4. От каких геометрических и эксплуатационных параметров зависят потери от парциального подвода газа к турбинной ступени? 5. От каких геометрических и эксплуатационных параметров зависят потери от утечек газа через радиальные зазоры? 6. От каких геометрических и эксплуатационных параметров зависят потери от влажности пара? 7. Напишите уравнение для определения внутренней работы турбинной ступени. 8. Дайте определение внутреннего КПД турбинной ступени. 9. Как определяется оптимальная скоростная характеристика турбинной ступени с учетом внутренних потерь энергии? 10. Запишите уравнение для внутренней мощности турбинной ступени. 11. Изобразите графически зависимость внутренней мощности от скоростной характеристики при неизменном расходе рабочего тела. 12. Чем вызвано использование многоступенчатых турбин? 13. Что такое возвращенная теплота второго рода? 14. Изобразите в <i>si</i> -диаграмме рабочий процесс многоступенчатой турбины с двумя ступенями скорости. 15. Приведите график внешних характеристик турбины. 16. Что такое оптимальная частота вращения ротора турбины? 17. Как определяется режим совместной работы турбины и потребителя механической энергии?
<b>Раздел 6. Эксплуатация судовых турбоагрегатов. Внешние характеристики турбин</b>
1. Какой эксплуатационный режим работы двигателя называется номинальным? 2. Какой режим работы турбомашины называется неустойчивым? 3. Перечислите основные способы регулирования мощности судовых турбомашин. 4. Как изменяется мощность судовых турбин при изменении частоты вращения ротора? 5. Назовите основные причины понижения КПД турбины при отклонении частоты вращения ротора от номинальной. 6. Как изменяется расход рабочего тела через турбину при изменении давления на входе? 7. Как изменяется расход рабочего тела через турбину при понижении давления за турбиной для сверхкритического режима течения? 8. Как определяются эксплуатационные характеристики турбины при ее работе на гребной винт фиксированного шага? 9. Назовите особенности характеристик турбины, работающей на привод электрогенератора. 10. Перечислите мероприятия по подготовке к пуску ГТД. 11. В каких случаях следует отложить пуск ГТД? 12. Какие параметры контролируются в процессе эксплуатации ГТД? 13. Перечислите мероприятия по подготовке к пуску парового турбоагрегата. 14. В каких случаях следует отложить пуск парового турбоагрегата? 15. Какие параметры контролируются в процессе эксплуатации парового турбоагрегата? 16. Каково назначение прогревания турбин перед их выводом на режим?

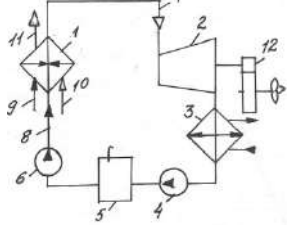
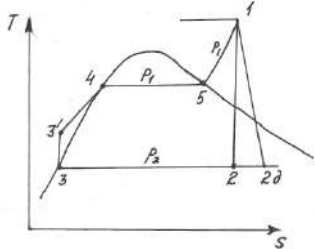
17. Состояние каких элементов паровой турбины можно проконтролировать по времени выбега ротора?
<b>Раздел 7. Центробежные компрессоры. Характеристики компрессора. Неустойчивая работа компрессора-помпаж</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие элементы входят в состав центробежного компрессора?</li> <li>2. Что такое степень повышения давления компрессора?</li> <li>3. Какие энергетические преобразования имеют место в рабочем колесе центробежного компрессора?</li> <li>4. Дайте определение теоретическому напору центробежного компрессора, запишите формулу теоретического напора.</li> <li>5. Что такое степень реактивности центробежной компрессорной ступени?</li> <li>6. Как изменится теоретический напор при понижении угла выхода потока из рабочего колеса?</li> <li>7. Как изменится теоретический напор при закрутке потока на входе в рабочее колесо компрессора в сторону, противоположную вращению ротора?</li> <li>8. Что такое осевой вихрь межлопаточного канала рабочего колеса?</li> <li>9. Как изменится теоретический напор, если уменьшить число лопаток рабочего колеса?</li> <li>10. Какие энергетические преобразования имеют место в диффузорах?</li> <li>11. Что такое степень геометрической диффузорности диффузора?</li> <li>12. Какая траектория движения частицы газа в безлопаточном диффузоре центробежного компрессора?</li> <li>13. Почему лопаточные диффузоры работают более эффективно, чем безлопаточные?</li> <li>14. Каково назначение спиральной камеры центробежного компрессора?</li> <li>15. Как определяются коэффициенты неравномерности давления и скоростей на выходе из всасывающего патрубка?</li> <li>16. Чем отличается внутренний напор центробежной компрессорной ступени от её теоретического напора?</li> <li>17. Что такое действительный напор центробежной компрессорной ступени?</li> <li>18. Чем отличается центробежная компрессорная ступень от центробежного компрессора?</li> <li>19. Что такое коэффициент расхода центробежной компрессорной ступени?</li> <li>20. Что такое коэффициент напора центробежной компрессорной ступени и центробежного компрессора?</li> <li>21. Что такое изоэнтальпийный КПД центробежной компрессорной ступени и центробежного компрессора?</li> <li>22. Что такое нормальная характеристика центробежного компрессора?</li> <li>23. Что такое безразмерная характеристика центробежной компрессорной ступени?</li> <li>24. Что такое приведенная характеристика центробежного компрессора?</li> <li>25. Что такое помпаж центробежного компрессора?</li> <li>26. Причины возникновения неустойчивой работы (помпажа) центробежного компрессора (на примере турбонаддувочного агрегата судового дизеля)?</li> <li>27. Перечислите способы устранения помпажа (на примере турбонаддувочного агрегата судового дизеля).</li> <li>28. Что такое коэффициент запаса устойчивости по помпажу?</li> <li>29. Какие допустимые значения коэффициента запаса устойчивости по помпажу для номинального режима работы?</li> <li>30. Перечислите, на какие составляющие условно разделяют потери энергии в рабочем колесе центробежного компрессора?</li> <li>31. Как определяется показатель условного политропного процесса для элементов центробежного компрессора?</li> </ol>
<b>Раздел 8. Теория осевой компрессорной ступени. Характеристики осевого компрессора</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему осевые компрессоры выполняются многоступенчатыми?</li> <li>2. Из каких элементов состоит осевая компрессорная ступень?</li> <li>3. Какие энергетические преобразования имеют место в межлопаточных каналах рабочего аппарата осевого компрессора?</li> <li>4. Что такое угол изогнутости профиля компрессорной лопатки?</li> <li>5. Чем отличается действительный (полезный) напор осевой компрессорной ступени от теоретического напора?</li> <li>6. Что такое изоэнтальпийный КПД осевой компрессорной ступени?</li> <li>7. Что такое степень реактивности осевой компрессорной ступени?</li> <li>8. Перечислите особенности решеток профилей осевой компрессорной ступени со степенью реактивности 0,5.</li> <li>9. Чем отличается действительный коэффициент напора от теоретического?</li> <li>10. Как изменяется изоэнтальпийный КПД осевой компрессорной ступени в зависимости от коэффициента расхода?</li> <li>11. Чем отличается осевая компрессорная ступень от осевого компрессора?</li> <li>12. Что такое коэффициент затраты энергии в осевом компрессоре?</li> <li>13. Перечислите основные типы формирования проточных частей осевого компрессора.</li> <li>14. Чем объясняется уменьшение длин лопаток проточной части осевого компрессора от первой ступени к последней?</li> <li>15. Что такое неустойчивая работа (помпаж) осевого компрессора?</li> </ol>
<b>Раздел 9. Основы расчета на прочность элементов турбомашин</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте классификацию нагрузок, действующих на элементы турбомашин, в зависимости от природы их возникновения.</li> <li>2. Дайте классификацию внешних нагрузок, действующих на узлы и детали турбомашин, в зависимости от</li> </ol>

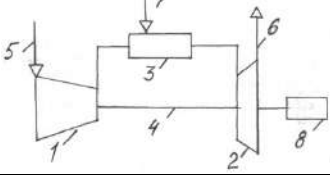
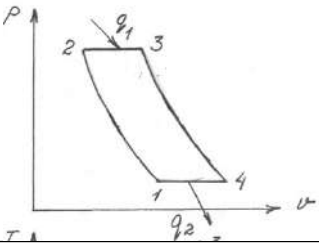
направления их действия.

3. Какие нагрузки действуют на рабочие лопатки турбомашин?
4. Какие материалы используются для изготовления лопаток и роторов паровых турбин?
5. Какие материалы используются для изготовления лопаток и роторов газовых турбин?
6. Запишите выражение для определения напряжений растяжения от центробежных сил, действующих на рабочую лопатку постоянного сечения.
7. Запишите выражение для определения напряжений от изгиба в корневом сечении рабочей лопатки.
8. Изобразите схему сил, действующих на бесконечно малый элемент вращающегося диска.

## Экспресс-опрос на практических занятиях по текущей теме

Устный опрос проводится в виде выполнения тестовых заданий

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
<b>Раздел 1. Тепловые схемы, циклы, показатели экономической эффективности судовых турбинных установок</b>		
1	В соответствии со схемой обозначить основные элементы простейшей паротурбинной установки 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 – конденсатор, 2 – паровая турбина, 3 – паровой котел, 4 – конденсатный насос, 5 – теплый ящик, 6 – питательный насос;</li> <li>2. 1 – конденсатор, 2 – паровая турбина, 3 – подогреватель питательной воды, 4 – конденсатный насос, 5 – теплый ящик, 6 – питательный насос;</li> <li>3. 1 – паровой котел, 2 – паровая турбина, 3 – конденсатор, 4 – конденсатный насос, 5 – теплый ящик, 6 – питательный насос</li> </ol>
2	В цикле паротурбинной установки указать действительный процесс расширения пара в турбине. 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процесс 2д-3;</li> <li>2. Процесс 1-2;</li> <li>3. Процесс 1-2д;</li> <li>4. Процесс 4-5;</li> <li>5. Процесс 3-3'.</li> </ol>
3	Укажите уравнение для определения термического КПД цикла, если: $q_1$ – подведенная в цикле теплота; $q_2$ – отведенная в цикле теплота:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_2}</math> ;</li> <li>2. <math>\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}</math> ;</li> <li>3. <math>\eta_t = 1 - \frac{q_1}{q_2}</math></li> </ol>
4	Какое из приведенных уравнений, является главным уравнением баланса энергии паротурбинной установки, если $B$ – часовой расход топлива; $Q_{\text{н}}^p$ – теплотворная способность топлива; $\eta$ – КПД паротурбинной установки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>BQ_{\text{н}}^p = 3600 N_e \eta</math> ;</li> <li>2. <math>BQ_{\text{н}}^p \eta = 3600 N_e</math> ;</li> <li>3. <math>Q_{\text{н}}^p \eta = 3600 N_e B</math></li> </ol>
5	Какое из приведенных уравнений, является главным уравнением парового котла, если $\eta_k$ – КПД парового котла; $G_{\text{не}}$ – часовой расход перегретого пара; $i_{\text{не}}$ – энтальпия перегретого пара; $i_{\text{неб}}$ – энтальпия питательной воды; $\chi$ – коэффициент, учитывающий расход охлажденного и насыщенного пара?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>BQ_{\text{н}}^p \chi = \eta_k G_{\text{не}} (i_{\text{не}} - i_{\text{неб}})</math> ;</li> <li>2. <math>BQ_{\text{н}}^p = \eta_k G_{\text{не}} (i_{\text{не}} - i_{\text{неб}}) \chi</math> ;</li> <li>3. <math>BQ_{\text{н}}^p \eta_k = G_{\text{не}} (i_{\text{не}} - i_{\text{неб}}) \chi</math></li> </ol>
6	Укажите, какая регенеративная ПТУ относится к установкам 1-го рода?	1. Подогрев питательной воды осуществляется только паром, отработавшим во вспомогательных турбинах;

		2. Подогрев питательной воды осуществляется только паром, отбираемым от главной турбины; 3. Подогрев питательной воды осуществляется и паром, отбираемым от главных турбин и паром, отработавшим во вспомогательных турбинах
7	Как изменяется степень сухости пара $x$ на выходе из турбины при повышении только температуры пара на входе в турбину?	1. Увеличивается; 2. Уменьшается; 3. Остается неизменной
8	Как изменяется степень сухости пара $x$ на выходе из турбины при повышении только давления пара на входе в турбину?	1. Увеличивается; 2. Уменьшается; 3. Остается неизменной
9	Как изменяется степень сухости пара $x$ на выходе из турбоагрегата при введении промежуточного перегрева пара и неизменном давлении в конденсаторе?	1. Увеличивается; 2. Уменьшается; 3. Остается неизменной
10	Как влияет только понижение давления в конденсаторе на КПД ПТУ?	1. Увеличивается; 2. Уменьшается; 3. Остается неизменным
11	В соответствии с приведенной схемой газотурбинной установки (ГТУ) какой элемент обозначен цифрой 3? 	1. Промежуточный охладитель воздуха; 2. Компрессор; 3. Камера сгорания; 4. Газовая турбина
12	На диаграмме идеального цикла ГТУ укажите процесс повышения давления в компрессоре 	1. Процесс 1 – 2; 2. Процесс 2 – 3; 3. Процесс 3 – 4; 4. Процесс 4 – 1
13	Дайте определение степени повышения давления в компрессоре.	1. Отношение давления на входе к давлению на выходе; 2. Отношение давления на выходе к давлению на входе; 3. Отношение разности давлений на выходе и входе и давления на входе
14	Что обеспечивает подогрев воздуха в регенераторе регенеративной ГТУ?	1. Сжигание топлива в регенераторе; 2. Пар, подводимый в регенератор; 3. Газы, отработавшие в газовой турбине
15	Дать определение степени регенерации регенеративной ГТУ.	1. Отношение количества теплоты, полученное воздухом в регенераторе к количеству теплоты, подведенной в камеру сгорания; 2. Отношение количества теплоты, отданное газами в регенераторе к количеству теплоты, подведенной в камеру сгорания; 3. Отношение количества теплоты, фактически полученное воздухом в регенераторе к количеству теплоты при полной регенерации
16	Как промежуточное охлаждение воздуха между компрессором низкого давления и компрессором высокого давления влияет на мощность компрессора высокого давления?	1. Мощность КВД увеличивается; 2. Мощность КВД уменьшается; 3. Мощность КВД не изменяется
17	Как влияет повышение степени дросселирования в газозоудном тракте ГТУ на работу расширения газа в турбине?	1. Увеличивается; 2. Уменьшается; 3. Не изменяется
18	Дайте определение комбинированным	1. Это установки, которые работают на один

	установкам с термодинамической связью	потребитель механической энергии; 2. Это установки, которые работают по единому термодинамическому циклу; 3. Это установки, в которых используется один и тот же вид рабочего тела
19	Что такое коэффициент утилизации теплоты комбинированных газопаротурбинных установок?	1. Это отношение теплоты, используемой в утилизационном котле к теплоте, подведенной в камеру сгорания; 2. Это отношение теплоты, используемой в утилизационном котле к теплоте, отводимой с газами из этого котла; 3. Это отношение теплоты, используемой в утилизационном котле к энергоресурсу газов, отработавших в ГТУ
20	Как влияет повышение кратности циркуляции теплоутилизационного контура на энтальпию циркулирующей воды	1. Увеличивается; 2. Уменьшается; 3. Не изменяется
21	Что такое низкотемпературная коррозия?	1. Это разрушение элементов установки пятиокисью ванадия; 2. Это разрушение элементов установки серной кислотой, образовавшейся при конденсации водяных паров в продуктах сгорания топлива; 3. Это разрушение элементов установки соляной кислотой, образовавшейся при конденсации водяных паров в продуктах сгорания топлива
22	Что такое комбинированная парогазотурбинная установка?	1. Это установка, в которой базовой является газотурбинная установка, а утилизационной – паротурбинная; 2. Это установка, в которой базовой является паротурбинная установка, а утилизационной – газотурбинная; 3. Это установка, в которой базовой является дизельная установка, а утилизационной – паротурбинная
23	Какая минимальная кратность циркуляции допускается в прямоточных котлах теплоутилизационного контура?	1. $k=4$ ; 2. $k=10$ ; 3. $k=2,5$
<b>Раздел 2. Устройство и принцип действия судовых турбомашин и их элементов</b>		
24	Из каких элементов состоит турбинная ступень?	1. Диффузора и рабочего аппарата; 2. Диффузора и соплового аппарата; 3. Соплового аппарата и направляющего аппарата; 4. Соплового аппарата и рабочего аппарата
25	Какие энергетические преобразования имеют место в сопловом аппарате?	1. Внешняя кинетическая энергия рабочего тела преобразуется в потенциальную энергию; 2. Внутренняя энергия рабочего тела преобразуется в потенциальную энергию давления; 3. Часть внутренней энергии рабочего тела преобразуется во внешнюю кинетическую энергию
26	Что такое осевая турбина?	1. В которой рабочие лопатки расположены параллельно оси вращения ротора; 2. В которой рабочее тело движется по цилиндрической поверхности, ось которой совпадает с осью вращения ротора; 3. В которой рабочее тело движется по поверхности нормальной оси вращения ротора; 4. В которой сопловые лопатки расположены параллельно оси вращения ротора
27	Что такое радиальная турбинная ступень?	1. В которой рабочие лопатки расположены параллельно оси вращения ротора; 2. В которой рабочее тело движется по цилиндрической поверхности, ось которой совпадает с осью вращения ротора; 3. В которой рабочее тело движется по поверхности

		<p>нормальной оси вращения ротора;</p> <p>4. В которой сопловые лопатки расположены параллельно оси вращения ротора</p>
28	Что такое центростремительная турбинная ступень?	<p>1. Это радиальная турбинная ступень, в которой рабочее тело движется от оси вращения к периферии;</p> <p>2. Это радиальная турбинная ступень, в которой рабочее тело движется от периферии к оси вращения;</p> <p>3. Это ступень, в которой сопловые и рабочие лопатки установлены радиально</p>
29	Как изменяется давление по проточной части работающей турбинной ступени (от входа к выходу)?	<p>1. Увеличивается;</p> <p>2. Уменьшается;</p> <p>3. Не изменяется</p>
30	Как изменяется температура по проточной части работающей турбинной ступени (от входа к выходу)?	<p>1. Увеличивается;</p> <p>2. Уменьшается;</p> <p>3. Не изменяется</p>
31	Как изменяется относительная скорость рабочего тела в проточной части рабочего аппарата активной турбинной ступени ( $\rho=0$ ), работающей без потерь энергии?	<p>1. Увеличивается;</p> <p>2. Уменьшается;</p> <p>3. Не изменяется</p>
32	Как изменяется относительная скорость рабочего тела в проточной части рабочего аппарата реактивной турбинной ступени ( $\rho>0$ ), работающей без потерь энергии?	<p>1. Увеличивается;</p> <p>2. Уменьшается;</p> <p>3. Не изменяется</p>
33	Как корпус паровой турбины крепится к судовому фундаменту?	<p>1. С помощью двух жестких опор;</p> <p>2. С помощью двух гибких опор;</p> <p>3. С помощью одной жесткой и одной гибкой опоры</p>
34	Чем отличаются роторы активных паровых турбин от роторов реактивных паровых турбин?	<p>1. Выполняются барабанной конструкции;</p> <p>2. Выполняются дисковой конструкции;</p> <p>3. Выполняются цельноковаными;</p> <p>4. Выполняются составными</p>
35	Как производится крепление лопаток соплового аппарата активной паровой турбины?	<p>1. Непосредственно в корпусе турбины;</p> <p>2. Непосредственно на роторе турбины;</p> <p>3. В диафрагмах</p>
36	С какой целью выполняются разгрузочные отверстия в дисках ротора активной паровой турбины?	<p>1. Для увеличения прочности дисков;</p> <p>2. Для снижения вибрации ротора;</p> <p>3. Для уменьшения осевой нагрузки на ротор со стороны рабочего тела</p>
37	Каково назначение думмиса?	<p>1. Для увеличения прочности ротора;</p> <p>2. Для снижения вибрации ротора;</p> <p>3. Для уменьшения осевой нагрузки на ротор со стороны рабочего тела;</p> <p>4. Для снижения протечек рабочего тела</p>
38	Какой тип уплотнений рабочего тела используется в паровых турбинах?	<p>1. Сальниковое;</p> <p>2. Резинометаллические;</p> <p>3. Лабиринтовые</p>
39	Каково назначение камер отсоса пара от уплотнений?	<p>1. Для снижения потерь рабочего тела с протечками;</p> <p>2. Для исключения выхода рабочего тела в машинное отделение;</p> <p>3. Для понижения давления в корпусе турбины</p>
40	Что такое парциальный впуск рабочего тела в турбинной ступени?	<p>1. Это подвод рабочего тела порциями, разделенными временным интервалом;</p> <p>2. Это подвод рабочего тела, параметры которого изменяются во времени;</p> <p>3. Это подвод рабочего тела по активной части соплового аппарата, составляющую долю окружности кольцевой решетки</p>
41	Дайте определение степени парциальности турбинной ступени.	<p>1. Отношение времени подвода порций рабочего тела ко всему интервалу работы;</p> <p>2. Отношение разности между максимальным и минимальным расходом рабочего тела к среднему расходу;</p> <p>3. Отношение длины активной дуги подвода рабочего тела к длине окружности соплового аппарата</p>

42	Как перемещается рабочая лопатка турбины в режиме выработки механической энергии?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпуклой поверхностью вперед;</li> <li>2. Вогнутой поверхностью вперед;</li> <li>3. Торцевой поверхностью вперед</li> </ol>
43	Каково назначение бандажа рабочих лопаток?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижение потерь на трение и вентиляцию и повышение крутящего момента;</li> <li>2. Снижение потерь энергии от протечек через радиальный зазор и увеличение собственной частоты колебаний лопаток;</li> <li>3. Снижение профильных потерь энергии и уменьшение статических напряжений в корневом сечении</li> </ol>
44	Что такое диск равного сопротивления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диск, у которого силы трения на боковых поверхностях одинаковые;</li> <li>2. Диск, который не имеет динамического дисбаланса;</li> <li>3. Диск, у которого напряжения в любом радиальном сечении имеют одно и то же значение.</li> </ol>
45	Чем обеспечивается глубокий вакуум в конденсаторе?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсосом паровоздушной смеси из паровой области конденсатора;</li> <li>2. Конденсацией пара, поступающего в конденсатор;</li> <li>3. Откачкой конденсата из сборника конденсата</li> </ol>
46	С какой целью отсасывается паровоздушная смесь из паровой полости конденсатора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для снижения растворимости кислорода в конденсате;</li> <li>2. Для снижения переохлаждения конденсата;</li> <li>3. Для поддержания разрежения в конденсаторе</li> </ol>
47	Почему главные судовые конденсаторы монтируются на пружинных опорах?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для снижения напряжений в элементах корпуса конденсатора при качке судна;</li> <li>2. Для интенсификации процесса конденсации пара на наружной поверхности трубок;</li> <li>3. Для снижения вибрации, передаваемой элементам конструкции конденсатора от ГТЗА</li> </ol>
48	Каково назначение воздушного крана?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для удаления воздуха из водяной полости при заполнении конденсатора водой;</li> <li>2. Для отсоса паровоздушной смеси;</li> <li>3. Для сброса избытка пара при резком увеличении нагрузки</li> </ol>
49	Назовите основное преимущество газотурбинной установки по сравнению с дизельной	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большая тепловая экономичность;</li> <li>2. Меньшие массогабаритные показатели;</li> <li>3. Большой ресурс</li> </ol>
50	Какой тип камер сгорания обеспечивает наибольшую равномерность потока на выходе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трубчатые;</li> <li>2. Трубчато-кольцевые;</li> <li>3. Кольцевые</li> </ol>
51	Каково назначение первичного воздуха, поступающего в камеру сгорания?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Окисление топлива при горении, подаваемого через форсунку;</li> <li>2. Снижение температуры газа на выходе до заданного значения;</li> <li>3. Для снижения теплового потока от жаровой трубы корпусу камеры сгорания</li> </ol>
52	Какой тип камер сгорания имеет наименьшие массогабаритные показатели?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трубчатые;</li> <li>2. Трубчато-кольцевые;</li> <li>3. Кольцевые</li> </ol>
53	Из каких элементов состоит ступень осевого компрессора?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диффузора и направляющего аппарата;</li> <li>2. Рабочего аппарата и направляющего аппарата;</li> <li>3. Соплового и рабочего аппарата</li> </ol>
54	Какие энергетические преобразования имеют место в рабочем аппарате компрессорной ступени?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внутренняя энергия рабочего тела превращается во внешнюю кинетическую энергию;</li> <li>2. Механическая энергия вращения ротора превращается частично во внешнюю кинетическую энергию рабочего тела и частично во внутреннюю энергию газа с повышением давления и температуры;</li> <li>3. Внешняя кинетическая энергия рабочего тела превращается во внутреннюю энергию газа с повышением давления и температуры</li> </ol>
55	Как перемещаются рабочие лопатки осевого	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпуклой поверхностью вперед;</li> </ol>

	компрессора в процессе его работы?	2. Вогнутой поверхностью вперед; 3. Торцевой поверхностью вперед
56	Какую форму имеют межлопаточные каналы рабочего и направляющего аппаратов компрессорной ступени?	1. Диффузорную; 2. Конфузорную; 3. Сопловую
57	Каково назначение спиральной камеры центробежного компрессора?	1. Преобразование внешней кинетической энергии рабочего тела в потенциальную энергию давления; 2. Обеспечение равномерного отвода рабочего тела от рабочего колеса; 3. Обеспечение высокой равномерности потока на входе в выходной диффузор
58	Что такое закрытое рабочее колесо центробежного компрессора?	1. Рабочее колесо с покрывным диском; 2. Рабочее колесо с закрытым межлопаточным каналом на выходе; 3. Рабочее колесо с лопатками загнутыми назад
59	Какую форму имеют опорные поверхности вкладышей самоустанавливающихся опорных подшипников скольжения?	1. Цилиндрическую; 2. Коническую; 3. Сферическую
60	Где осуществляется отвод масла в упорном подшипнике скольжения?	1. В верхней части корпуса подшипника; 2. В нижней части корпуса подшипника; 3. Через специальный патрубок в средней части корпуса подшипника
<b>Раздел 3. Расширение газа в каналах, образованных решеткой турбинных профилей</b>		
61	Что такое число Маха потока рабочего тела?	1. Отношение скорости потока к местной скорости звука; 2. Отношение скорости потока к критической скорости; 3. Отношение критической скорости к местной скорости звука
62	Что такое приведенная скорость рабочего тела?	1. Отношение скорости потока к местной скорости звука; 2. Отношение скорости потока к критической скорости; 3. Отношение критической скорости к местной скорости звука
63	Какой из критериев: число Маха или приведенная скорость имеют большую интенсивность изменения при течении газа в проточной части турбины?	1. Число Маха; 2. Приведенная скорость; 3. Имеют одинаковую интенсивность изменения
64	Как изменяется энтальпия рабочего тела в процессе дросселирования?	1. Увеличивается; 2. Уменьшается; 3. Остается неизменной
65	Почему теоретический процесс течения в элементах турбинной ступени принимают адиабатным?	1. По причине низкой температуры рабочего тела в элементах турбинной ступени; 2. По причине быстротечности процесса, когда время пребывания частички газа в элементах турбинной ступени мало; 3. По причине отвода теплоты от рабочего тела к окружающей среде
66	Какое выражение соответствует теоретической скорости истечения из рабочего аппарата турбинной ступени, где $L_{02}$ – располагаемая работа рабочего аппарата, $\Psi$ – коэффициент скорости, $W_1$ – относительная скорость на входе в рабочий аппарат.	1. $w_{2t} = \Psi \sqrt{2L_{02} + w_1^2}$ ; 2. $w_{2t} = \sqrt{2L_{02} + w_1^2}$ ; 3. $w_{2t} = \Psi \sqrt{2L_{02}}$
67	Какое выражение соответствует уравнению неразрывности в дифференциальной форме? Где $f$ – площадь поперечного сечения канала, $w$ – скорость потока, $\rho$ – плотность	$\frac{df}{f} + \frac{dw}{w} + \frac{dp}{\rho} = 0$ ; 4. $f df + w dw + \rho dp = 0$ ; 5. $\rho f df + f w dw + w \rho dp = 0$ ; 6. $\rho f df + f w dw + w \rho dp = 0$

68	<p>Какое выражение соответствует уравнению теоретического расхода через сопловой аппарат турбинной ступени? Где:</p> <p><math>F_1</math> – площадь проходного сечения на выходе из соплового аппарата;</p> <p><math>p_0^*, v_0^*</math> – соответственно полное давление и полный удельный объем на входе в сопловой аппарат;</p> <p><math>p_1</math> – давление за сопловым аппаратом.</p>	$G_t = F_1 \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_0}{v_0} \left[ \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}$ <p>1.</p> $G_t = \frac{F_1}{v_0} \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_0}{v_0} \left[ \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}$ <p>2.</p> $G_t = p_0 F_1 \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_0}{v_0} \left[ \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}$ <p>3.</p>
69	Что такое критический режим течения?	<p>1. Режим, при котором плотность паровой фазы становится равной плотности жидкой фазы;</p> <p>2. Режим, при котором скорость потока становится равной местной скорости звука;</p> <p>3. Режим, при котором пузырьковое кипение переходит в пленочное</p>
70	Как изменится расход рабочего тела через сопловой аппарат при сверхкритическом режиме течения, если понизить давление за соплом?	<p>4. Увеличится;</p> <p>5. Уменьшится;</p> <p>6. Не изменится</p>
71	Как изменится расход рабочего тела через сопловой аппарат при сверхкритическом режиме течения, если повысить давление перед соплом?	<p>1. Увеличится;</p> <p>2. Уменьшится;</p> <p>3. Не изменится</p>
72	Что такое хорда профиля турбинной лопатки?	<p>1. Прямая, соединяющая входную и выходную кромки профиля;</p> <p>2. Прямая, соединяющая сходственные точки соседних профилей;</p> <p>3. Касательная к средней линии профиля в районе выходной кромки</p>
73	<p>Какое выражение соответствует уравнению угла атаки при обтекании рабочим телом профиля турбинной лопатки?</p> <p>Где: <math>\beta_{1л}</math> – входной лопаточный угол;</p> <p><math>\beta_1</math> – угол потока на входе</p>	<p>1. <math>i = \beta_{1л} - \beta_1</math> ;</p> <p>2. <math>i = \beta_{1л} + \beta_1</math> ;</p> <p>3. <math>i = \beta_{1л} * \beta_1</math></p>
74	Что такое безударное обтекание профиля турбинной лопатки?	<p>1. Когда угол атаки равен нулю;</p> <p>2. Когда рабочее тело набежит непрерывным потоком;</p> <p>3. Когда отсутствует отрыв потока рабочего тела от профиля</p>
75	<p>Какое выражение соответствует углу изогнутости профиля турбинной лопатки?</p> <p>Где: <math>\beta_{1л}, \beta_{2л}</math> – соответственно входной и выходной лопаточный угол</p>	<p>1. <math>\theta_l = 180^\circ - (\beta_{1л} + \beta_{2л})</math> ;</p> <p>2. <math>\theta_l = (\beta_{1л} + \beta_{2л})</math> ;</p> <p>3. <math>\theta_l = 180^\circ - (\beta_{1л} - \beta_{2л})</math></p>
76	Что такое относительный шаг решетки турбинных профилей?	<p>1. Это отношение шага к ширине профиля;</p> <p>2. Это отношение шага к хорде профиля;</p> <p>3. Это отношение шага к длине лопатки</p>
77	Что такое коэффициент скорости в соплах?	<p>4. Это отношение скорости потока на входе в сопло к скорости на выходе;</p> <p>5. Это отношение скорости потока на выходе к критической скорости;</p> <p>6. Это отношение действительной скорости истечения к теоретической</p>
78	Что такое степень реактивности турбинной ступени?	<p>1. Это отношение располагаемой работы соплового аппарата к располагаемой работе рабочего аппарата;</p> <p>2. Это отношение располагаемой работы рабочего аппарата к располагаемой работе соплового аппарата;</p> <p>3. Это отношение располагаемой работы рабочего аппарата к располагаемой работе турбинной ступени</p>

79	Какое выражение соответствует располагаемой работе изолированной турбинной ступени?	$L_0 = \frac{k}{k-1} RT_0^i \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_0^i} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right];$ $L_0 = \frac{k}{k-1} RT_0^i \left[ \left( \frac{p_2}{p_0^i} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_2}{p_0^i} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right];$ $L_0 = \frac{k}{k-1} \frac{p_0^i}{v_0^i} \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_0^i} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right];$
80	Какое выражение соответствует потерям энергии в рабочем аппарате? Где: $\psi$ – коэффициент скорости рабочего аппарата; $w_1$ , $w_{2t}$ – соответственно относительная скорость на входе в рабочий аппарат и относительная теоретическая на выходе.	$\Delta L_2 = (1 + \psi^2) \frac{w_{2t}^2}{2};$ $\Delta L_2 = (1 - \psi^2) \frac{w_1^2}{2};$ $\Delta L_2 = (1 - \psi^2) \frac{w_{2t}^2}{2};$
81	При каком режиме течения в соплах имеет место дополнительное расширение рабочего тела в косом срезе турбинной решетки профилей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При докритическом,</li> <li>2. При критическом,</li> <li>3. При сверхкритическом</li> </ol>
82	Как изменяются величина и направление вектора скорости потока за сопловым аппаратом при дополнительном расширении в косом срезе?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость уменьшается, угол выхода увеличивается,</li> <li>2. Скорость увеличивается, угол выхода не изменяется,</li> <li>3. Скорость увеличивается, угол выхода увеличивается</li> </ol>
<b>Раздел 4. Потери энергии в турбинных решетках. Работа на окружности рабочего колеса. Окружной КПД</b>		
83	Какая из поверхностей турбинного профиля (выпуклая или вогнутая) имеет большее давление при обтекании его потоком рабочего тела?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпуклая;</li> <li>2. Вогнутая;</li> <li>3. Давление на выпуклой и вогнутой поверхностях одинаковое</li> </ol>
84	Какая из поверхностей турбинного профиля (выпуклая или вогнутая) имеет большую скорость при обтекании его потоком рабочего тела?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпуклая;</li> <li>2. Вогнутая;</li> <li>3. Скорость на выпуклой и вогнутой поверхностях одинаковое</li> </ol>
85	Что является определяющим фактором, влияющим на величину срывных потерь энергии турбинной лопатки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шероховатость поверхности лопатки;</li> <li>2. Вязкость рабочего тела;</li> <li>3. Угол атаки при обтекании лопатки</li> </ol>
86	При каких режимах течения рабочего тела в проточной части имеют место волновые потери энергии?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Докритических;</li> <li>2. Сверхкритических;</li> <li>3. Ламинарных</li> </ol>
87	Какова природа потерь энергии от вторичных течений?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Трение на ограничивающих поверхностях проточной части;</li> <li>2. Энергия вихревого течения парных вихрей;</li> <li>3. Высоочастотный отрыв рабочего тела.</li> </ol>
88	Как влияет увеличение шага турбинной решетки на потери от трения в пограничном слое?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличиваются;</li> <li>2. Уменьшаются;</li> <li>3. Не изменяются</li> </ol>
89	Как влияет увеличение шага турбинной решетки на потери энергии от вторичных течений?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличиваются;</li> <li>2. Уменьшаются;</li> <li>3. Не изменяются</li> </ol>
90	Как влияет увеличение угла поворота потока в межлопаточном канале турбинной решетки на потери энергии?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличиваются;</li> <li>2. Уменьшаются;</li> <li>3. Не изменяются</li> </ol>
91	Какое выражение соответствует уравнению длины лопатки соплового аппарата через ее геометрические и газодинамические характеристики?	$l_1 = \frac{G_1 v_1}{\pi d_1 c_1 \sin \alpha_1};$ $l_1 = \frac{G_1 \rho_1}{\pi d_1 c_1 \sin \alpha_1};$

		$l_1 = \frac{G_1 v_1}{\varepsilon \pi d_1 \sin \alpha_1}$ 3.
92	Что такое коэффициент расхода турбинной решетки?	1. Отношение массового расхода в турбинной решетке к объемному расходу рабочего тела; 2. Отношение действительного расхода рабочего тела к теоретическому расходу; 3. Отношение действительного расхода на входе в турбинную решетку к действительному расходу на выходе
93	Для каких турбинных ступеней располагаемая работа равна изэнтропийной работе?	1. Для всех турбинных ступеней; 2. Для промежуточных турбинных ступеней; 3. Для одиночных и последних в группе
94	Какое выражение соответствует уравнению окружной составляющей силы, действующей на рабочую решетку со стороны потока?	1. $P_u = G(w_{1u} - w_{2u})$ , 2. $P_u = u(w_{1u} - w_{2u})$ , 3. $P_u = G(w_{1a} - w_{2a})$
95	Какое выражение соответствует уравнению работы на окружности рабочего колеса?	1. $L_u = (u_1 c_{1u} - u_2 c_{2u})$ , 2. $L_u = (w_1 c_{1u} - w_2 c_{2u})$ , 3. $L_u = (u_1 c_{1a} - u_2 c_{2a})$
96	Какие потери энергии в турбинной ступени в полном объеме определяют окружные потери энергии?	1. $\Delta L_1$ -потери энергии в сопловом аппарате, $\Delta L_2$ -потери энергии в рабочем аппарате, $\Delta L_{\text{вых}}$ - потери энергии с выходной скоростью; 2. $\Delta L_1$ -потери энергии в сопловом аппарате, $\Delta L_2$ -потери энергии в рабочем аппарате, $\Delta L_{\text{ут}}$ - потери энергии от утечек рабочего тела; 3. $\Delta L_{\text{е}}$ -потери энергии от парциальности, $L_2$ - потери энергии в рабочем аппарате, $\Delta L_{\text{ут}}$ - потери энергии от утечек рабочего тела
97	Какое выражение соответствует потерям энергии с выходной скоростью для одиночной турбинной ступени?	1. $\Delta L_{\text{вых}} = \frac{c_1^2}{2}$ ; 2. $\Delta L_{\text{вых}} = \frac{c_2^2}{2}$ ; 3. $\Delta L_{\text{вых}} = \frac{w_2^2}{2}$
98	Какое выражение соответствует располагаемой работе промежуточной турбинной ступени?	1. $L_0 = i_0 - i_{2t} - \mu_2 \frac{c_2^2}{2}$ ; 2. $L_0 = i_0 - i_{2t} - \frac{c_2^2}{2}$ ; 3. $L_0 = i_0 - i_2 - \mu_2 \frac{c_2^2}{2}$ .
99	Какие турбинные ступени: осевые или центростремительные имеют большую окружную работу при одинаковых начальных параметрах и конечном давлении?	1. Осевые; 2. Центростремительные; 3. Имеют одинаковую окружную работу
100	Что такое скоростная характеристика турбинной ступени?	1. Отношение относительной скорости на входе в рабочую решетку к абсолютной скорости за сопловым аппаратом; 2. Отношение окружной скорости на входе в рабочую решетку к абсолютной скорости за сопловым аппаратом; 3. Отношение окружной скорости на входе в рабочую

		решетку к относительной скорости на входе в рабочий аппарат
101	Какие турбинные ступени: активные или реактивные имеют большее значение оптимальной скоростной характеристики?	1. Активные; 2. Реактивные; 3. Активные и реактивные имеют одинаковые оптимальные скоростные характеристики
<b>Раздел 5. Внутренняя мощность и внутренний КПД турбинной ступени. Многоступенчатые турбины</b>		
102	Какие турбинные ступени относятся к ступеням с относительно длинными лопатками?	$\theta = \frac{d_2}{l_2} \geq 10$ 1. ; $\theta = \frac{d_2}{l_2} < 10$ 2. ; $\theta = \frac{d_2}{l_2} \geq 15$ 3.
103	Чем вызваны радиальные перетекания рабочей среды в осевом зазоре турбинной ступени?	1. Центробежной силой окружной составляющей абсолютной скорости за сопловым аппаратом $c_{1u}$ ; 2. Перепадом давления от корня к периферии в осевом зазоре; 3. Протечками через радиальные зазоры рабочего аппарата. 4. Раскрытием проточной части турбины в меридиональной плоскости
104	Как изменяется степень реактивности по длине лопатки?	1. Увеличивается от корня к периферии; 2. Уменьшается от корня к периферии; 3. Остается неизменной
105	Какой метод профилирования относительно длинных лопаток получил наибольшее распространение в газовых турбинах?	1. По закону постоянной циркуляции; 2. По закону постоянного угла выхода из соплового аппарата; 3. По закону вращения твердого тела
106	Чем вызвано повышение экономичности турбинной ступени при использовании закрученных по длине лопаток?	1. Увеличением угла поворота потока в рабочем аппарате; 2. Безударным натеканием потока по всей длине рабочей лопатки; 3. Обеспечением оптимального относительного шага по длине лопаток
107	Что такое внутренний КПД турбинной ступени?	1. Отношение внутренней работы к окружной работе ступени; 2. Отношение внутренней работы к располагаемой работе ступени; 3. Отношение окружной работы к располагаемой работе ступени
108	Как изменяется оптимальная скоростная характеристика турбинной ступени при увеличении внутренних потерь энергии?	1. Увеличивается; 2. Уменьшается; 3. Не изменяется
109	Основные преимущества срабатывания больших располагаемых работ (перепадов энтальпий) в многоступенчатых турбинах.	1. Увеличивается оптимальная частота вращения ротора и снижаются потери энергии с выходной скоростью; 2. Снижается оптимальная частота вращения ротора и снижаются потери энергии с выходной скоростью; 3. Снижается оптимальная частота вращения ротора и повышаются потери энергии с выходной скоростью
110	Что такое возвращенная теплота второго рода?	1. Повышение перепада энтальпий последующих ступеней через теплоту трения предыдущей ступени; 2. Повышение перепада энтальпий последующих ступеней через повышения давления на входе в эти ступени; 3. Повышение перепада энтальпий последующих ступеней через понижение давления за этими ступенями
111	Каково назначение направляющего аппарата второй ступени скорости многоступенчатой турбины с двумя ступенями скорости?	1. Дополнительное срабатывание располагаемой работы многоступенчатой турбины; 2. Изменение направления движения потока;

		3. Повышение давления перед рабочим аппаратом второй ступени скорости
112	Как соотносится оптимальная скоростная характеристика многоступенчатой турбины с двумя ступенями скорости с оптимальной характеристикой активной турбинной ступени?	1. Выше, чем у активной турбинной ступени; 2. Ниже, чем у активной турбинной ступени; 3. Такая же, как у активной турбинной ступени
<b>Раздел 6. Работа турбинной ступени на долевых режимах. Внешние характеристики турбин</b>		
113	Как изменяется направление вектора относительной скорости на входе в рабочий аппарат при неизменной располагаемой работе и понижении мощности турбинной ступени?	1. Угол входа увеличится; 2. Угол входа уменьшится; 3. Угол входа не изменится
114	Как изменяется направление вектора относительной скорости на выходе из рабочего аппарата при неизменной располагаемой работе и понижении мощности турбинной ступени?	1. Угол выхода увеличится; 2. Угол выхода уменьшится; 3. Угол выхода не изменится
115	Как влияет повышение начального давления на расход рабочего тела?	1. Расход увеличится; 2. Расход уменьшится; 3. Расход не изменится
116	Как влияет понижение давления за ступенью на расход рабочего тела при докритическом режиме?	1. Расход увеличится; 2. Расход уменьшится; 3. Расход не изменится
117	Как влияет понижение давления за ступенью на расход рабочего тела при сверхкритическом режиме?	1. Расход увеличится; 2. Расход уменьшится; 3. Расход не изменится
118	При каких условиях турбина выходит на угонные обороты?	1. При увеличении давления на входе; 2. При понижении давления на выходе; 3. При понижении нагрузки на ротор до нуля
119	Какое выражение соответствует поступи гребного винта? Где $\vartheta_p$ – скорость набегания воды на лопасти винта; $n_g$ – частота вращения винта, $D$ – диаметр винта.	1. $\lambda = \frac{\vartheta_p}{n_g \cdot D}$ ; 2. $\lambda = \frac{\vartheta_p n_g}{D}$ ; 3. $\lambda = \frac{\vartheta_p D}{n_g}$
120	Как изменится мощность турбины при переходе на утяжеленную винтовую характеристику с сохранением частоты вращения?	1. Увеличится; 2. Уменьшится; 3. Не изменится
121	Как изменится крутящий момент турбины при понижении частоты вращения и сохранении начальных параметров рабочего тела и давления за турбиной?	1. Увеличится; 2. Уменьшится; 3. Не изменится
<b>Раздел 7. Центробежные компрессоры. Характеристики компрессора. Неустойчивая работа компрессора – помпаж</b>		
122	Какой геометрический параметр центробежного компрессора является определяющим?	1. Входной диаметр $D_1$ ; 2. Наружный диаметр рабочего колеса $D_2$ ; 3. Выходной диаметр лопаточного диффузора $D_4$
123	Какое выражение соответствует теоретическому напору центробежного компрессора?	1. $l_0 = u_2 c_{2u} - u_1 c_{1u}$ ; 2. $l_0 = u_2 c_{2\tau} - u_1 c_{1\tau}$ ; 3. $l_0 = u_2 c_{2a} - u_1 c_{1a}$
124	Чем формируется закрутка потока рабочего тела на входе в рабочее колесо центробежного компрессора?	1. Вращающимся направляющим аппаратом; 2. Лопаточным направляющим аппаратом, установленным перед рабочим колесом; 3. Спиральной камерой
125	Как влияет закрутка потока перед рабочим колесом центробежного компрессора в сторону вращения на теоретический напор?	1. Увеличивает; 2. Уменьшает; 3. Не изменяет

126	Как влияет закрутка потока перед рабочим колесом центробежного компрессора в сторону противоположную вращению на теоретический напор?	1. Увеличивает; 2. Уменьшает; 3. Не изменяет
127	Как влияет увеличение выходного лопаточного угла рабочего колеса центробежного компрессора на теоретический напор?	1. Увеличивает; 2. Уменьшает; 3. Не изменяет
128	Как влияет осевой вихрь межлопаточного канала рабочего колеса на теоретический напор?	1. Увеличивает; 2. Уменьшает; 3. Не изменяет
129	Что такое геометрическая степень диффузорности?	4. Отношение входной площади проходного сечения к выходной площади; 5. Отношение выходной площади проходного сечения к входной площади; 6. Отношение выходной площади проходного сечения к средней по длине канала площади проходного сечения
130	Каково назначение спиральной камеры центробежного компрессора?	1. Преобразование части внешней кинетической энергии в потенциальную энергию давления; 2. Равномерный отвод газа от рабочего колеса в окружном направлении; 3. Повышение равномерности потока за счет его ускорения
131	Чем отличается действительный напор центробежного компрессора от теоретического?	1. Отсутствием необратимых потерь энергии; 2. Наличием потерь энергии с утечками через наружные уплотнения и от трения вращающегося диска; 3. Наличием потерь энергии с утечками через внутренние уплотнения и трения в подшипниках
132	Чем отличается внутренний напор центробежного компрессора от теоретического?	1. Отсутствием необратимых потерь энергии; 2. Наличием потерь энергии с утечками через наружные уплотнения и от трения в подшипниках; 3. Наличием потерь энергии с утечками через внутренние уплотнения и трения и вентиляции вращающегося диска
133	Что имеет больший изэнтропийный КПД: ступень центробежного компрессора или центробежный компрессор?	1. Больший изэнтропийный КПД имеет ступень центробежного компрессора; 2. Больший изэнтропийный КПД имеет центробежный компрессор; 3. Ступень центробежного компрессора и центробежный компрессор имеют одинаковые изэнтропийные КПД
134	Выберите правильную формулу для коэффициента расхода центробежного компрессора	1. $\phi = \frac{c_{ia}}{u_2} \approx \frac{c_{2r}}{u_2}$ , $\phi = \frac{l_a^c}{u_2^2/2}$ , 2. $\phi = \frac{l_a}{l_0}$ 3.
135	Выберите правильную формулу для коэффициента напора центробежной компрессорной ступени	1. $\psi = \frac{l_a^c}{u_2^2/2}$ , $\psi = \frac{c_{ia}}{u_2} \approx \frac{c_{2r}}{u_2}$ , 2. $\psi = \frac{l_a}{l_0}$ . 3.
136	Назовите первоочередные действия вахтенного механика при возникновении помпажа компрессора турбонаддувочного	1. Снизить нагрузку на дизель, выяснить причину возникновения помпажа и устранить ее; 2. Открыть продувочный кран на воздушном ресивере,

	агрегата дизеля.	выяснить причину возникновения помпажа и устранить ее; 3. Доложить на мостик о возникновении помпажа, по разрешению вахтенного штурмана снизить нагрузку на двигатель, при первой возможности устранить причину возникновения помпажа
<b>Раздел 8. Теория осевой компрессорной ступени. Характеристики осевого компрессора</b>		
137	Назовите основные элементы осевой компрессорной ступени.	1. Лопаточный диффузор, направляющий аппарат; 2. Рабочий аппарат, направляющий аппарат; 3. Сопловой аппарат, рабочий аппарат
138	Какие энергетические преобразования имеют место в рабочем аппарате осевой компрессорной ступени?	1. Внутренняя энергия рабочего тела частично преобразуется в механическую энергию вращения ротора; 2. Внешняя кинетическая энергия рабочего тела частично преобразуется во внутреннюю энергию с повышением давления и температуры; 3. Механическая энергия вращения ротора частично преобразуется во внешнюю кинетическую энергию и частично во внутреннюю энергию с повышением давления и температуры
139	Какие энергетические преобразования имеют место в направляющем аппарате осевой компрессорной ступени?	1. Внутренняя энергия рабочего тела частично преобразуется в механическую энергию вращения ротора; 2. Внешняя кинетическая энергия рабочего тела частично преобразуется во внутреннюю энергию с повышением давления и температуры; 3. Механическая энергия вращения ротора частично преобразуется во внешнюю кинетическую энергию и частично во внутреннюю энергию с повышением давления и температуры
140	Какое из приведенных выражений соответствует степени реактивности осевой компрессорной ступени? Где: $l_{01}$ – теоретический напор рабочего аппарата; $l_{02}$ – теоретический напор направляющего аппарата; $l_0^*$ – теоретический напор осевой компрессорной ступени.	1. $\rho = \frac{l_{01}}{l_0^*}$ 2. $\rho = \frac{l_{02}}{l_0^*}$ 3. $\rho = \frac{l_{01}}{l_{02}}$
141	Какое из приведенных выражений соответствует коэффициенту расхода осевой компрессорной ступени?	1. $\varphi = c_a/u$ , 2. $\varphi = c_a/c_u$ , 3. $\varphi = u/c_a$ .
142	Какое из приведенных выражений соответствует теоретическому коэффициенту напора осевой компрессорной ступени?	1. $\psi_T = \frac{l_0^*}{c_a^2/2}$ 2. $\psi_T = \frac{l_0^*}{u^2/2}$ , 3. $\psi_T = \frac{c_a^2}{u^2/2}$
143	Почему осевые компрессоры выполняются многоступенчатыми?	1. Т. к. многоступенчатые компрессоры имеют более широкую зону режимов устойчивой работы; 2. Т. к. степень повышения давления в одной осевой компрессорной ступени очень низкая; 3. Т. к. многоступенчатые компрессоры имеют большую надежность
144	Что выше: адиабатный КПД осевого компрессора или осевой компрессорной ступени?	1. Выше: адиабатный КПД осевого компрессора; 2. Выше: адиабатный КПД осевой компрессорной ступени; 3. У осевого компрессора и осевой компрессорной ступени адиабатные КПД одинаковые
<b>Раздел 9. Основы расчета на прочность элементов турбомашин. Основные положения эксплуатации судовых турбомашин</b>		

145	Какие основные силы действуют на рабочие лопатки и элементы ротора работающей турбомашин?	1. Центробежные; 2. Изгибающие моменты; 3. Крутящие моменты
146	Что является причиной вибрации лопаточных аппаратов турбомашин?	1. Периодическое поступление рабочего тела и неуравновешенность ротора; 2. Отрывы потока от поверхностей межлопаточных каналов; 3. Вторичные течения – парный вихрь

### Правильные ответы

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Правильный ответ	3	3	2	2	3	2	1	2	1	1	3	1	2	3	3
Время ответа, мин.	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3

№ вопроса	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Правильный ответ	2	2	2	3	1	2	2	3	4	3	2	3	2	2	2
Время ответа, мин.	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1

№ вопроса	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Правильный ответ	3	1	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	2	3	2
Время ответа, мин.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2

№ вопроса	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Правильный ответ	3	3	1	2	3	1	3	2	2	2	1	2	1	3	1
Время ответа, мин.	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1

№ вопроса	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Правильный ответ	1	2	1	3	2	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1
Время ответа, мин.	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2

№ вопроса	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Правильный ответ	2	3	3	1	3	3	3	2	1	3	2	3	2	1	1
Время ответа, мин.	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2

№ вопроса	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
Правильный ответ	1	2	3	1	1	1	2	1	2	2	2	2	4	1	1
Время ответа, мин.	2	2	2	2	2		1	2	2	2	2	2	2	1	2

№ вопроса	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
Правильный ответ	2	2	2	2	1	2	2	2	3	1	1	3	3	1
Время ответа, мин.	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2

№ вопроса	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133
Правильный ответ	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	3	1
Время ответа, мин.	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1

№ вопроса	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146
Правильный ответ	1	1	3	2	3	2	1	1	2	2	2	1	1
Время ответа, мин.	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2

### Критерии оценивания

Оценивание текущего тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за неправильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено») при общей оценке 75%.

Количество попыток прохождения теста и время на его прохождение – неограниченно.

## **Защита работ, выполненных на практических занятиях**

На практических занятиях первого семестра обучающиеся изучают устройство и принцип действия судовых турбомашин и их элементов, по каждой теме составляются отчеты, включающие схемы, рисунки, графики и их описание. Отчеты оформляются на занятиях под руководством преподавателя и в часы, отведенные для самостоятельной работы в рамках каждой темы. Выполненные отчеты защищаются преподавателю. Защита всех заданий (100%) является допуском к экзамену в первом семестре.

### ***Перечень практических заданий первого семестра***

Задание 1. Принципиальные и развернутые тепловые схемы судовых ПТУ. Назначение механизмов, входящих в тепловую схему. Компонентные схемы судовых газотурбинных и комбинированных турбинных установок.

Задание 2. Устройство и принцип действия турбинной ступени. Энергетические преобразования, треугольники скоростей, степень реактивности. Состав ГТЗА.

Задание 3. Устройство и принцип действия судовых паровых турбин высокого и низкого давления, активных и реактивных.

Задание 4. Сопловые и рабочие аппараты турбин. Хвостовые крепления сопловых и рабочих лопаток. Конструктивные особенности корпуса и ротора судовых паровых и газовых турбин. Дисковые роторы.

Задание 5. Устройство и принцип действия опорных и упорных подшипников скольжения. Устройство и принцип действия судового конденсатора.

Задание 6. Устройство и принцип действия центробежного компрессора. Устройство и принцип действия осевого компрессора. Устройство и принцип действия камер сгорания ГТД.

Задание 7. Эксплуатация судовых турбомашин:

- правила обслуживания: подготовка к пуску и пуск, экстренный пуск, обслуживание во время работы, остановка, поддержание в горячем резерве вспомогательных паровых и газовых турбин, турбонаддувочных агрегатов судовых дизелей.

На практических занятиях второго семестра выполняются расчеты судовых турбомашин и их элементов. По каждой теме составляются отчеты, включающие результаты расчетов, графики и их описание. Отчеты оформляются на занятиях под руководством преподавателя и в часы, отведенные для самостоятельной работы в рамках каждой темы. Выполненные отчеты защищаются преподавателю. Защита всех заданий (100%) является допуском к экзамену во втором семестре.

### ***Перечень практических заданий второго семестра***

Задание 1. Газодинамический расчет одноступенчатой газовой турбины.

Задание 2. Газодинамический расчет одноступенчатой газовой турбины.

Задание 3. Газодинамический расчет многоступенчатой газовой турбины с двумя ступенями скорости.

Задание 4. Газодинамический расчет многоступенчатой газовой турбины с двумя ступенями скорости.

Задание 5. Газодинамический расчет центробежного компрессора.

Задание 6. Газодинамический расчет центробежного компрессора.

Задание 7. Расчет параметров рабочего тела для построения процессов центробежного компрессора в *si*-диаграмме

Задание 8. Расчет на прочность рабочей лопатки газовой турбины.

## Критерии оценивания

Оценивание каждого задания осуществляется по системе «зачтено» и «не зачтено». В процессе оценивания учитываются отдельные критерии и их «весомость».

Критериями оценки	Весомость в %
– выполнение всех пунктов задания	до 30%
– наличие необходимых эскизов, пояснений, графиков, выводов	до 20%
– качественное оформление задания	до 5%
– корректные ответы на вопросы по сути задания	до 45%

Оценка «зачтено» выставляется, если набрано 75%.

## 2.3 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

### Защита курсового проекта

Тема курсового проекта:

Турбонаддувочный агрегат судового двигателя внутреннего сгорания

#### Критерии оценивания:

Оценивание результатов курсового проектирования осуществляется по четырехбальной системе. Анализ результатов защиты курсового проекта проводится по следующим критериям:

##### *Содержание курсового проекта:*

- глубокая теоретическая проработка исследуемых вопросов на основе анализа нормативных источников;
- полнота раскрытия темы, правильное соотношение теоретического и фактического материала, связь теоретических положений с практикой;
- умелая систематизация данных в виде таблиц, графиков, схем с необходимым анализом, обобщением и выявлением результатов, проблем, тенденций в конкретной сфере;
- аргументированность, самостоятельность выводов, обоснованность предложений и рекомендаций;
- стиль изложения.

##### *Оформление пояснительной записки курсового проектирования:*

- отсутствие грамматических и стилистических ошибок;
- аккуратная сборка (брошюрование) пояснительной записки;
- оформление титульного листа, содержания работы, библиографического списка и приложений в соответствии с требованиями Положения о порядке оформления студенческих работ;
- правильно оформленные ссылки (сноски) при их наличии;
- своевременность представления руководителю.

##### *Оформление графической части:*

- соответствие оформления чертежей, схем, графиков (толщина линий, нанесение размеров, размеры форматов, рамок) требованиям стандартов ЕСКД;
- соответствие надписей (технические требования, таблицы,...) на чертежах требованиям ГОСТ 2.316-68;
- соответствие оформления основной надписи требованиям ГОСТ 2.104-68.

##### *Публичная защита курсового проекта:*

- содержательность выступления;
- способность выступающего увлечь аудиторию своей темой;

- правильные ответы на вопросы по теме курсовой работы.

***Уровень самостоятельности в процессе работы над курсовым проектом:***

- способность курсанта к самостоятельному поиску разнообразной информации;
- умение курсанта делать собственные выводы, умозаключения в аналитической части курсовой работы.

**Оценка «отлично»** ставится курсанту, который в срок, в полном объеме и на высоком уровне выполнил курсовой проект. При защите и написании проекта курсант продемонстрировал вышеперечисленные навыки и умения. Тема, заявленная в работе, раскрыта полностью, все выводы курсанта подтверждены материалами исследования и расчетами. Пояснительная записка подготовлена в соответствии с предъявляемыми требованиями. Отзыв руководителя положительный.

**Оценка «хорошо»** ставится курсанту, который выполнил курсовой проект, но с незначительными замечаниями, был менее самостоятелен и инициативен. Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. Отзыв руководителя положительный.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится курсанту, который допускал просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, делал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. Отзыв руководителя с замечаниями.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится курсанту, который не выполнил курсовой проект, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

## **Устный экзамен**

Условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение и защита всех практических заданий, прохождение всех тестов текущей аттестации с результатом не менее 75% по каждому.

Экзамен проводится в виде собеседования по контрольным вопросам.

Экзаменационные контрольные вопросы по дисциплине «судовые турбомашин»:

### ***Первый семестр***

1. Состав паротурбинной установки. Понятие о тепловой схеме. Классификация тепловых схем.
2. Циклы паротурбинных установок. Термический КПД цикла. Работа цикла.
3. Влияние начального давления на КПД паротурбинной установки.
4. Влияние начальной температуры на КПД паротурбинной установки.
5. Влияние давления в конденсаторе на КПД паротурбинной установки.
6. Влияние промежуточного перегрева пара на КПД паротурбинной установки.
7. Главные уравнения ПТУ второго рода.
8. Уравнение главной турбины ПТУ первого рода.
9. Состав газотурбинной установки. Циклы ГТУ, термический КПД.
10. Общее выражение КПД газотурбинной установки.
11. Влияние промежуточного охлаждения воздуха на КПД ГТУ.
12. Влияние промежуточного подвода теплоты на КПД ГТУ.
13. Газотурбинные установки с регенерацией теплоты.
14. Влияние потерь давления в элементах ГТУ на её КПД.
15. Состав теплоутилизационного контура комбинированной газопаротурбинной установки, его характеристики.
16. Тепловой баланс сепаратора комбинированной газопаротурбинной установки, влияние кратности циркуляции на эффективный КПД.
17. Комбинированные парогазотурбинные установки: состав, КПД.
18. Общие сведения о турбомашинах. Классификация турбомашин.

19. Поток рабочего тела в турбине. Уравнение неразрывности.
20. Уравнение закона сохранения энергии.
21. Полные параметры рабочего тела.
22. Скорость истечения рабочей среды.
23. Расход рабочей среды при изэнтропийном течении.
24. Критические параметры. Критическая скорость истечения.
25. Форма сопловых и рабочих каналов.
26. Расход рабочего тела при критическом течении
27. Понятие о законе обращения воздействия.
28. Геометрические характеристики осевой турбинной ступени.
29. Изэнтропийный и действительный процесс течения рабочей среды в каналах, образованных решеткой профилей.
30. Расширение рабочего тела в косом срезе лопаточного канала.
31. Обтекание газом решетки лопаток.
32. Потери энергии от трения в пограничном слое.
33. Потери энергии от срыва пограничного слоя. Кромочные потери.
34. Волновые потери энергии. Потери энергии от взаимодействия решеток и нестационарности потока.
35. Концевые потери энергии.
36. Влияние геометрических параметров решетки на ее КПД.
37. Определение геометрических размеров турбинных решеток. Понятие о степени парциальности.
38. Располагаемая энергия турбиной ступени.
39. Силовое воздействие потока на рабочие лопатки.
40. Действительная работа на окружности колеса.
41. Окружной КПД активной турбиной ступени.
42. Окружной КПД реактивной турбинной ступени.
43. Движение рабочей среды в ступенях с относительно высокими (длинными) лопатками.
44. Профилирование относительно высоких (длинных) лопаток.
45. Потери энергии от трения диска. Потери от парциальности.
46. Потери от утечки газа через радиальные зазоры лопаток. Потери от влажности.
47. Внутренняя мощность и внутренний КПД ступени.

### ***Второй семестр***

48. Многоступенчатые турбины со ступенями скорости.
49. Многоступенчатые турбины со ступенями давления.
50. Переменные режимы эксплуатации турбомашин. Их характеристика. Изменение кинематики потока при изменении частоты вращения.
51. Зависимость расхода от параметров рабочей среды в изолированной турбинной ступени.
52. Внешние характеристики турбин. Совместная работа турбоагрегата и потребителей мощности.
53. Регулирование мощности судовых турбин
54. Основные положения подготовки к запуску, запуск паровой турбины.
55. Обслуживание паровой турбины на режиме
56. Принцип действия центробежного компрессора, геометрические характеристики теоретический напор. Степень реактивности.
57. Зависимость теоретического напора и степени реактивности от угла выхода потока из рабочего колеса центробежного компрессора.
58. Зависимость теоретического напора центробежного компрессора от закрутки потока перед рабочим колесом.
59. Влияние числа рабочих лопаток центробежного компрессора на теоретический напор.

60. Особенности течения газа в безлопаточном и лопаточном диффузорах центробежного компрессора.
61. Особенности течения газа во всасывающих и спиральных камерах.
62. Действительный (полезный) напор и изоэнтروпийный КПД центробежной ступени и компрессора.
63. Характеристики центробежного компрессора.
64. Помпаж центробежного компрессора и его устранение.
65. Геометрические характеристики осевой компрессорной ступени. Теоретический напор.
66. Действительный (полезный) напор и изоэнтропийный КПД осевой компрессорной ступени.
67. Степень реактивности осевой компрессорной ступени.
68. Коэффициенты расхода и напора осевой компрессорной ступени.
69. Характеристики осевой компрессорной ступени.
70. Неустойчивая работа осевого компрессора. Помпаж.
71. Многоступенчатые осевые компрессоры.
72. Расчет на прочность рабочих лопаток осевых турбомашин.
73. Напряжения, действующие в диске при его вращении

Ссылки на эталонные ответы контрольных экзаменационных вопросов приведены в заданиях для самоподготовки обучающихся.

Экзамен принимается в соответствии с компетенциями ВПО и Кодекса ПДМНВ при условии выполнения графика учебного процесса:

- защита всех тем на практических занятиях по устройству и принципу действия судовых турбинных установок и их элементов (пропущенные темы защищаются отдельно);
- решение задач на всех практических занятиях (пропущенные задачи защищаются отдельно).

Экзамен проводится по билетам, установленным кафедрой, в письменной или устной форме, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. Экзаменационный билет включает три вопроса.

Оценка «отлично» выставляется при условии, если студент отвечает правильно на 91% и более поставленных вопросов.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент отвечает правильно от 76 % до 90% поставленных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент отвечает правильно от 60% до 75% поставленных вопросов.

Если преподаватель считает ситуацию сомнительной для выставления удовлетворительной оценки, он вправе задать дополнительные вопросы.