

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

_____ Красильникова О.А.

«11» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Судовые турбины»

Направление подготовки	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Судовые энергетические установки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3, 4	6, 7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовая работа, Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Доцент, Кандидат технических наук

 Попов А.Ю

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Тепловые энергетические установки»

 Смирнов А.В.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Судовые турбины» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Судовые энергетические установки» по направлению подготовки «26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

Задачи дисциплины	состоят в удовлетворении требований к подготовке студентов в области судовой энергетики при разработке и применении установок, производящих, распределяющих и потребляющих тепловую энергию
Основные разделы / темы дисциплины	Турбины и турбинные установки. Течение пара и газа в турбинных решетках. Ступень турбины. Преобразование энергии в ступени. Внутренний относительный КПД ступени. Особенности ступеней влажного пара турбин. Многоступенчатые турбины. Работа ступени и турбины при переменном режиме.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Судовые турбины» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1 Способен использовать в практической деятельности знания в области назначения, конструкции, характеристик и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем	ПК-1.1 Знает назначение, конструкции, характеристики и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем ПК-1.2 Умеет идентифицировать главное и вспомогательное энергетическое оборудование и обслуживающие его системы ПК-1.3 Владеет навыками описания конструкции и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования	Способность анализировать условия и режимы работы судовых турбин, оценивать влияние различных конструктивных, эксплуатационных и других факторов на показатели ступени и турбины в целом, ориентироваться в различных типах судовых турбин, определять область их применения в конкретных условиях.

ПК-2 Способен участвовать в разработке проектов энергетических установок, входящих в них систем и устройств с учетом технико-эксплуатационных, технологических, экономических, экологических требований	ПК-2.1 Знает основные методы и этапы разработки проектов судовых энергетических установок и их элементов ПК-2.2 Умеет выполнять расчеты при проектировании судовых энергетических установок и их элементов ПК-2.3 Владеет навыками проектирования судовых энергетических установок и их элементов с учетом технико-эксплуатационных, технологических, экономических, экологических требований	Способность выполнять тепловой и прочностной расчеты турбин, решать конкретные вопросы проектирования и конструирования судовых турбин.
---	---	---

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Судовые турбины» изучается на 3, 4 курсе, 6, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Теория и устройство корабля», «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование», «Основы экологической безопасности судовых энергетических установок».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Судовые турбины», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Судовые энергетические установки», «Судовые парогенераторы и атомные реакторы», «Автоматизация судовых энергетических установок», «Экономика судостроительного предприятия», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Судовые турбины» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения и творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144

Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	12
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	14
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	122
Промежуточная аттестация обучающихся – Курсовая работа, Зачет с оценкой	4

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<p>Турбины и турбинные установки:</p> <p>1. Турбина как основной двигатель современной судовой энергетической установки. Принцип действия турбин. Краткий исторический очерк развития паровых и газовых турбин. Современное состояние развития судового турбиностроения в России и за рубежом</p> <p>2. Конструкция судовой паровой турбины, ее основных узлов и деталей; условия работы основных деталей и элементов конструкции судовой турбины. Конструкция газовой турбины и компрессора в составе газотурбинной установки. Паротурбинная установка и её экономичность. Влияние начальных и конечных параметров пара. Промежуточный перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды.</p> <p>3. Основы классификации турбин. ГОСТ на турбины, выпускаемые в России. Техничко-экономических показателей паровых и газовых судовых турбин.</p>	1	2	2	8

<p>Течение пара и газа в турбинных решетках:</p> <p>1. Кинематика потока в турбинной ступени. Обозначение углов и скоростей. Связь между абсолютными и относительными скоростями. Одномерное течение газа. Основные уравнения течения реального рабочего тела. Течение в диффузорах. Изображение процесса в S-I диаграмме. Экономические показатели работы диффузора. Факторы, влияющие на КПД диффузора. Изотропное течение в соплах. Особенности истечения.</p> <p>2. Действительный процесс расширения и течения рабочего тела. Потери энергии при реальном течении в межлопаточном канале. Характеристики профиля и решетки профилей (сопловой и рабочей). Классификация потерь. Определение коэффициентов скорости, расхода и углов выхода потока из турбинных решеток.</p>	1	2	–	12
<p>Ступень турбины. Преобразование энергии в ступени:</p> <p>1. Конструктивное выполнение турбинной ступени. Преобразование энергии в турбинной ступени. Основные уравнения рабочего процесса турбинной ступени. Треугольники скорости. Силы, действующие на рабочие лопатки.</p> <p>2. Мощность, работа одного килограмма пара (газа), относительный лопаточный КПД ступени. Основные параметры турбинной ступени: скоростная характеристика, реактивность турбинной ступени, условие осевого выхода потока из рабочего колеса турбины. Зависимость лопаточного КПД активной и реактивной ступени от отношения скоростей. Баланс потерь одновечной ступени турбины. Использование выходной энергии. Ступени скорости.</p>	1	2	–	14
<p>Внутренний относительный КПД ступени. Особенности ступеней влажного пара турбин:</p> <p>1. Внутренний относительный КПД ступени турбины. Дополнительные потери в ступени. Потери дискового трения. Потери парциального подвода. Потери от утечек в ступени. Потери, связанные с влажностью пара. Особенности течения влажного пара в решетках турбинной ступени. Внутриканальная и периферийная сепарация пара в ступени. Эрозия рабочих лопаток, эрозийный износ элементов проточной части в турбинах влажного пара для АЭС. Меры борьбы с эрозийным износом. Мероприятия для уменьшения дополнительных потерь в ступени.</p> <p>2. Влияние дополнительных потерь на значение оптимального отношения скоростей. Выбор оптимального отношения скоростей для ступеней различного типа. Условия работы последней ступени конденсационной турбины при переменном давлении за ступенью.</p>	1	2	–	14
<p>Многоступенчатые турбины:</p> <p>1. Рабочий процесс в многоступенчатой турбине. Концевые уплотнения. Потери энергии в стопорном и регулирующих клапанах, во входных и выходных патрубках. Механические потери турбины.</p> <p>2. Преимущества и недостатки многоступенчатой турбины. Влияние числа ступеней на эффективность проточной части турбины. Возврат тепла.</p>		2	2	14

3. Работа многоступенчатой турбины при переменном режиме. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении расхода рабочего тела, а также его параметров. 4. Дроссельное парораспределение. Потери дросселирования конденсационной турбины. Сопловое парораспределение. Обводные клапаны в системах парораспределения. Изменение расхода пара через турбину методом скользящего давления. Влияние изменения параметров пара и состояния проточной части на мощность и экономичность турбины.				
Выполнение и подготовка к защите КР	–	–	–	60
ИТОГО по дисциплине	4	10	4	122

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	62
Выполнение отчета и подготовка к защите КР	60
ИТОГО	122

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Щинников, П. А. Проектирование одноцилиндровой конденсационной турбины / Щинников П.А. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 83 с.: ISBN 978-5-7782-2226-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/558647>. – Режим доступа: по подписке.

2. Паровые и газовые турбины / Под ред Б.М.Трояновского, Г.С.Самойловича.- Москва.: Энергоатомиздат, 1987. – 256 с.

3. Тихоненков, Б. П. Гидравлические машины. Часть 2. Турбины [Электронный ресурс] : уч. пособие / Б. П. Тихоненков. - Москва : МГАВТ, 2005. - 92 с. : 62 ил. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/400716>. – Режим доступа: по подписке.

8.2 Дополнительная литература

1. Сорока, Я.Х. Теория и проектирование судовых ГТД / Я.Х. Сорока. – Ленинград: Судостроение, 1982. –113 с.
2. Слободянюк, Л.И. Судовые паровые и газовые турбины и их эксплуатация / Л.И. Слободянюк. – Ленинград : Судостроение, 1983. –358 с.
3. Брюханов, О. Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 254 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005354-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1284346>. – Режим доступа: по подписке.

8.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.
3. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 91272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.
4. Информационно-справочные системы «Кодекс»/ «Техэксперт». Соглашение о сотрудничестве № 25/19 от 31 мая 2019 г.

8.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Ивашов, А. Форум проекта SMath [Электронный ресурс] / А. Ивашов. – Режим доступа: <http://ru.smath.info/forum/>;
2. Термодинамические свойства воды и водяного пара [Электронный ресурс] / IAPWS Industrial Formulation 1997. – Режим доступа: <http://www.iapws.org/relguide/IF97-Rev.pdf>;
3. Белл, Ян. Интерфейс взаимодействия функций CoolProp [Электронный ресурс] / Ian H. Bell and the CoolProp Team. – Режим доступа: <http://www.coolprop.org/coolprop/HighLevelAPI.html>;
4. Белл, Ян. Свойства влажного воздуха [Электронный ресурс] / Ian H. Bell and the CoolProp Team. – Режим доступа: http://www.coolprop.org/fluid_properties/HumidAir.html.

8.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html
SMath Studio	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://ru.smath.info
CoolProp Wrapper (дополнение к SMath Studio)	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://ru.smath.info/обзор/CoolProp

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
228/3	ВЦ ФЭТМТ	Персональные компьютеры Локальная вычислительная сеть

10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Судовые турбины»

Направление подготовки	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Судовые энергетические установки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3, 4	6, 7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовая работа, Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1 Способен использовать в практической деятельности знания в области назначения, конструкции, характеристик и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем	<p>ПК-1.1 Знает назначение, конструкции, характеристики и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем</p> <p>ПК-1.2 Умеет идентифицировать главное и вспомогательное энергетическое оборудование и обслуживающие его системы</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками описания конструкции и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования</p>	Способность анализировать условия и режимы работы судовых турбин, оценивать влияние различных конструктивных, эксплуатационных и других факторов на показатели ступени и турбины в целом, ориентироваться в различных типах судовых турбин, определять область их применения в конкретных условиях.
ПК-2 Способен участвовать в разработке проектов энергетических установок, входящих в них систем и устройств с учетом технико-эксплуатационных, технологических, экономических, экологических требований	<p>ПК-2.1 Знает основные методы и этапы разработки проектов судовых энергетических установок и их элементов</p> <p>ПК-2.2 Умеет выполнять расчеты при проектировании судовых энергетических установок и их элементов</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками проектирования судовых энергетических установок и их элементов с учетом технико-эксплуатационных, технологических, экономических, экологических требований</p>	Способность выполнять тепловой и прочностной расчеты турбин, решать конкретные вопросы проектирования и конструирования судовых турбин.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Все разделы	ПК-1 ПК-2	Конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> - оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).

		Задания практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
		Отчеты лабораторных работ	<ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
		Курсовая работа	<p><i>Содержание работы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - понимание методик расчетов и навык их применения; - полнота выполнения задания; - качество выполнения расчетов; - достаточность пояснений. <p><i>Качество оформления:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - степень соответствия оформления РД 013-2016. <p><i>Защита КР:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - соответствие ответов поставленным вопросам; - владение материалом.

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Конспект лекций	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и

			<p>текстовые части конспекта.</p> <p>24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта.</p> <p>18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта.</p> <p>12 баллов – В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта.</p> <p>0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.</p>
Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p>20 баллов - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</p>
Отчеты по лабораторным работам	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - студент правильно сделал отчет. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>30 баллов - студент сделал отчет с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>20 баллов - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было</p>

			допущено множество неточностей.
ИТОГО:		110 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

<p>7 семестр Промежуточная аттестация в форме «КР»</p>
<p>По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы; - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы; - оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

Задания для текущего контроля

Совокупность задач практических занятий и задания к лабораторным работам, а также, задания на курсовую и расчетно-графической работы дисциплины «Судовые турбины» сформулирована в методических указаниях:

– общий сетевой ресурс (доступ из локальной компьютерной сети ФЭТМТ)
\\1.1.1.30\Shared_Судовые энергетические установки\4 курс\Судовые турбины.

Примеры типовых практических задач:

1) В реактивной ступени пар с начальным давлением $p_0 = 3$ МПа и температурой $t_0 = 450$ °С расширяется до $p_1 = 1,6$ МПа. Определить действительную скорость истечения пара из сопл, окружную скорость на середине лопатки и относительную скорость входа

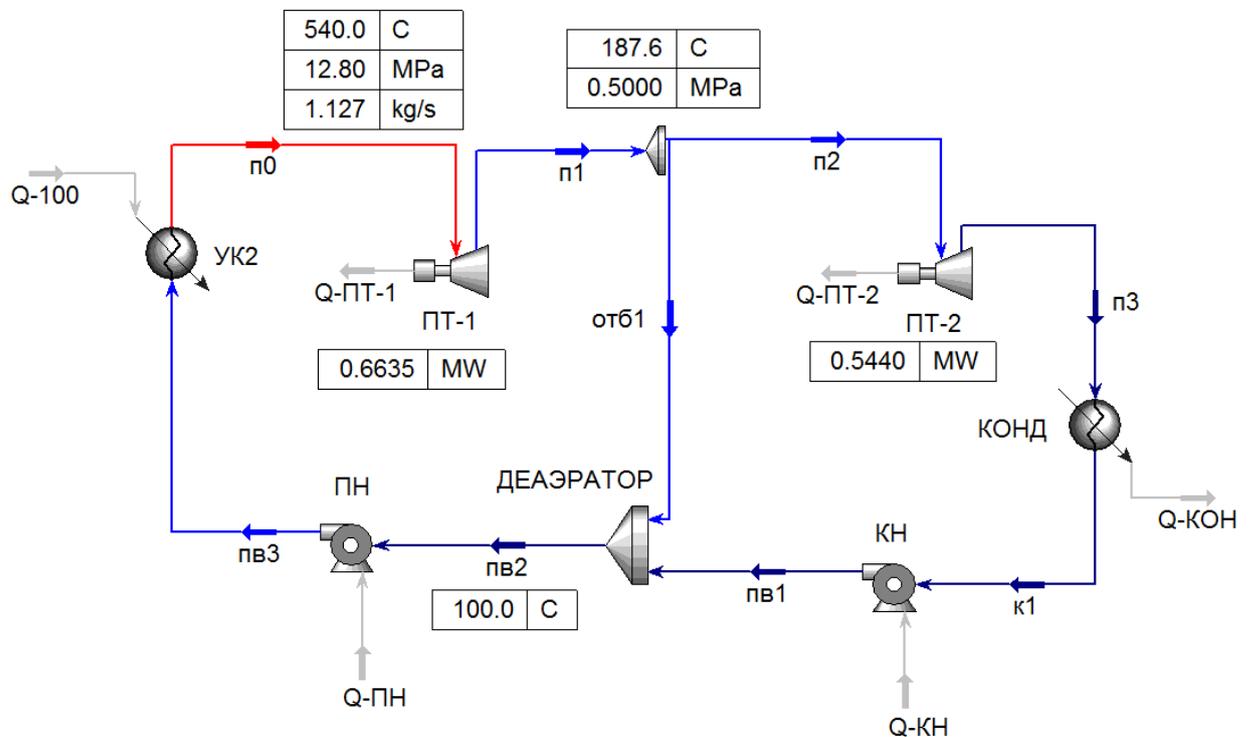
пара на лопатки, если скоростной коэффициент сопла $\phi = 0,96$, угол наклона сопла к плоскости диска $\alpha_1 = 16^\circ$, средний диаметр ступени $d = 0,9$ м, частота вращения вала турбины $n = 3000$ об/мин, начальная скорость пара перед соплом $c_0 = 150$ м/с и степень реактивности ступени $\rho = 0,12$.

2) Определить работу 1 кг пара на лопатках реактивной ступени, если располагаемый теплоперепад ступени $h_0 = 240$ кДж/кг, скоростной коэффициент сопла $\phi = 0,96$, скоростной коэффициент лопаток $\psi = 0,9$, угол наклона сопла к плоскости диска $\alpha_1 = 16^\circ$, отношение окружной скорости на середине лопатки к действительной скорости истечения пара из сопел $u/c_1 = 0,44$, относительная скорость входа пара на лопатки $\omega_1 = 260$ м/с, угол выхода пара из рабочей лопатки $\beta_2 = \beta_1 - 2^\circ$ и степень реактивности ступени $\rho = 0,48$.

Пример типового задания к лабораторной работе:

Цель: оценить влияние начальных параметров пара паротурбинной установки на КПД цикла.

Задание: на основе математической модели паротурбинной установки со смешивающим регенеративным отбором пара оценить влияние начальных параметров пара (давление, температура) на КПД цикла



Пример задания к курсовой работе:

Выполнить расчет турбины с начальными параметрами пара: $p_0 = 13$ МПа, $t_0 = 550^\circ\text{C}$. Давление на выходе турбины $p_k = 0,004$ МПа. Частота вращения ротора $n = 3000$ об/мин. Мощность турбины $N_e = 180$ МВт. Построить чертеж продольный разрез цилиндра высокого давления (формат А1).

Структура курсовой работы:

1. Построение рабочего процесса турбины
2. Определение расхода пара на турбину
3. Выбор и расчёт регуливающей ступени
4. Предварительный расчёт нерегулируемых ступеней
5. Тепловой расчет группы активных ступеней паровой турбины
6. Детальный расчет ступеней турбины

7. Определение показателей экономичности работы
8. Чертеж продольного разреза цилиндра турбины

Контрольные вопросы к практическим занятиям

1. Что собой представляет паротурбинный агрегат?
2. В чем принципиальное различие паровых турбин активного и реактивного типа?
3. Из каких основных элементов состоит типичная энергетическая паровая турбина?
4. Из чего состоит валопровод турбоагрегат?
5. Типы уплотнений турбины и места применения.
6. Варианты конструктивного исполнения роторов турбины.
7. Что входит в состав системы регулирования паровой турбины?
8. Чему примерно равен абсолютный теоретический (термический) КПД турбоустановки?
9. В чем принципиальная разница абсолютных и относительных КПД? Какой из них больше?
10. Чем отличается эффективная мощность турбоагрегата от электрической? Какая из них больше?
11. Почему экономически целесообразны ТЭЦ с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии?
12. Расшифруйте обозначения турбины ПТ-60/75-12,8/1,3-2 и К-1000-5,9/25-1.

Контрольные вопросы к защите лабораторных работ

1. Какие преимущества дает многоцилиндровая компоновка турбины?
2. Какой тип подшипников используется в качестве опор ротора?
3. Перечислите детали проточной части турбины?
4. Перечислите детали регулировочной ступени.
5. Зависит ли КПД регулировочного колеса от количества венцов?
6. Чем отличается активная ступень от реактивной?
7. Расшифруйте марку турбины Т-100-130.
8. Назовите функцию стопорного клапана.
9. Перечислите способы сепарации пара из проточной части ЦНД.
10. Назначение диафрагмы паровой турбины.
11. Какие типы турбин (по назначению) используются в энергетике?
12. Что такое номинальная мощность турбоагрегата?

Контрольные вопросы защите курсовой работы

1. За счет чего создается окружное усилие, действующее на рабочие лопатки?
2. Что такое относительный лопаточный КПД ступени и какие потери энергии он учитывает?
3. Что такое пограничный слой? В чем удобство расчета каналов турбинных решеток с использованием характеристик пограничного слоя?
4. Изобразите эпюры скоростей в пограничном слое при ламинарном и турбулентном режимах. При каком из этих режимов потери от трения будут больше? При каком из этих режимов больше вероятность отрыва пограничного слоя обтекаемой поверхности? Когда и почему при диффузорном течении, происходит отрыв пограничного слоя?
5. Назовите основные геометрические и режимные параметры турбинных решеток.
6. Где больше величина оптимального относительного шага у сопловых или рабочих решеток?
7. По каким параметрам подбирается типоразмер решетки? Что означают обозначения решеток С-90-15 В и Р-30-21 А?

