

**Компонент ОПОП 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»
специализация Эксплуатация главной судовой двигательной установки**

Б1.О.25
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

«Судовые турбомашины»

Разработчик:

Петров А.И.

ФИО

Доцент каф. СЭУиС

должность

К.Т.Н., доцент

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
Судовых энергетических установок и
судоремонта

наименование кафедры

протокол №01 от 25 сентября 2023г.

Заведующий кафедрой СЭУ и С


подпись

Сергеев К.О.
ФИО

**Мурманск
2023**

Пояснительная записка

Объем дисциплины **6 з. е.**

- 1. Результаты обучения по дисциплине**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой.

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине	Соответствие Кодексу ПДНВ
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИД-1 ук-2 Понимает основы проектного управления, учитывает требования к проектам и их результатам	Знать: - классификацию турбомашин, принцип их действия, конструкцию деталей проточных частей, роторов, подшипниковых узлов, уплотнительных устройств, обслуживающих систем;	
ОПК-2. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ИД-1. оПК-2. Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью	- теорию тепловых процессов турбинной и компрессорной ступени; - типы многоступенчатых турбин и области их применения; - типы компрессорных ступеней и области их применения; - характеристики компрессоров и их согласование с характеристиками дизеля;	
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИД-1. оПК-3. Знает способы измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методы обработки и представления экспериментальных данных	- основы теплового и конструктивного расчета турбинных и компрессорных ступеней; - условия работы деталей турбомашин и материалы, применяемые при их изготовлении;	
ПК-5. Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления	ИД-1. ПК-5. Знает принципы безопасных процедур эксплуатации механизмов двигательной установки и систем управления ею ИД-2. ПК-5. Умеет идентифицировать ситуации, требующие применения аварийной процедуры эксплуатации двигательной установки ИД-3. ПК-5. Знает правила безопасной	- основы статической и динамической балансировки роторов турбомашин. Уметь: - определять по чертежам конструктивное устройство турбин и компрессоров; - использовать аналитические выражения и выполнять расчет тепловых процессов в паровых и газовых турбинах, осевых и центробежных компрессорах; - анализировать работу	Таблица А-III/1 «Несение безопасной машинной вахты»

	эксплуатации двигательной установки и систем ее управления ИД-4. ПК-5. Знает правила и обладает навыками эксплуатации двигательной установки в аварийных ситуациях	турбин и компрессоров на расчетных и переменных режимах, используя характеристики этих машин. Владеть: - методикой конструктивного и поверочного расчетов проточной части турбомашин; - методикой использования компьютерных программ расчета турбокомпрессоров судовых дизелей; - методикой безразборной очистки проточной части турбомашин, её периодичностью и правилами выбора моющих средств; - основными приемами разборки и сборки узлов турбонагнетателей ДВС; - справочной информацией о теплофизических и механических свойствах материалов деталей турбомашин; - методикой проведения эксперимента по определению характеристик турбокомпрессора.	
ПК-6. Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции	ИД-1. ПК-6. Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации главного двигателя и связанных с ним вспомогательных систем ИД-2. ПК-6. Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации парового котла и связанных с ним вспомогательных механизмов и паровых систем ИД-3. ПК-6. Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации вспомогательных первичных двигателей и связанных с ними систем ИД-4. ПК-6. Знает правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации других вспомогательных систем управления и механизмам, включая системы вентиляции ИД-5. ПК-6. Способен идентифицировать неисправности в системах управления и механизмах, включая:		Таблица А-III/1 «Несение безопасной машинной вахты»

	1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции ИД-6. ПК-6. Знает правила и способен принимать меры для предотвращения причинения повреждений системам управления и механизмам, включая: 1.Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4.Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлажден		
ПК-45 Способен сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты ее решения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромисса	ИД-1. ПК-45. Умеет сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты ее решения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений		Таблица А-III/1 «Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления»
ПК-46 Способен разработать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом физико-технических, механико-технологических, эстетических, экологических,	ИД-1. ПК-46. Умеет разработать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом физико-технических, механико-технологических, эстетических, экологических, эргономических и		Таблица А-III/1 «Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления»

эргономических и экономических требований, в том числе с использованием информационных технологий	экономических требований, в том числе с использованием информационных технологий		
---	--	--	--

2. Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет и задачи дисциплины. Исторический обзор развития турбомашин и турбинных двигателей (установок), их современное состояние. Классификация и конструкции турбин и турбокомпрессоров. Главные и вспомогательные паровые и газовые агрегаты.

Тема 2. Принцип действия и устройство осевых турбин со ступенями скорости и давлений, осевых компрессоров. Системы, обслуживающие турбоагрегаты.

Тема 3. Тепловые расчеты турбинных ступеней. Основные уравнения газового потока. Теоретическая скорость истечения потока, расход рабочей среды. Критические параметры потока, форма сопловых и рабочих каналов.

Тема 4. Действительный процесс течения рабочей среды, расширение в косом срезе сопла. Потери энергии в решетках, и определение их геометрических размеров.

Тема 5. Располагаемая энергия ступени, силовое воздействие потока на рабочие лопатки, действительная работа на окружности колеса и окружной к. п. д. для осевой и радиальной ступени.

Тема 6. Внутренние потери в ступени и внутренний к. п. д., мощность ступени.

Тема 7. Многоступенчатые турбины со ступенями скорости и давления, причины их применения и типы. Окружной и внутренний к. п. д. ступени скорости. Использование выходной энергии в ступенях, эффективная мощность и к. п. д.

Тема 8. Характеристики турбинной ступени, зависимость между расходом и параметрами рабочей среды. Регулирование мощности.

Тема 9. Изменение к. п. д. ступени на переменных режимах. Совместная работа турбины и потребителя энергии. Аварийные режимы работы турбин, внешние характеристики.

Тема 10. Схема и геометрические характеристики решеток осевого компрессора. Теоретический и действительный напоры, изоэнтропийный к. п. д. ступени, степень её реактивности.

Тема 11. Коэффициенты расхода и напора. Многоступенчатые осевые компрессоры и основы газодинамического расчета компрессора. Характеристики компрессоров.

Тема 12. Схема и геометрические характеристики центробежных компрессоров, степень реактивности ступени. Зависимость теоретического напора от угла выхода потока из рабочего колеса и закрутки перед рабочим колесом.

Тема 13. Влияние числа рабочих лопаток на теоретический напор. Безлопаточный и лопаточный диффузоры. Действительный напор и изоэнтропийный к. п. д. Коэффициенты расхода и напора.

Тема 14. Характеристики центробежного компрессора, помпаж, причины возникновения и способы его устранения. Основы расчета проточной части компрессора.

Тема 15. Условия работы деталей турбомашин, материалы, применяемые при их изготовлении, критерии качества конструкции.

Тема 16. Колебания лопаток и дисков, расчет прочности рабочих лопаток. Приближенные методы расчета дисков.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

1. Судовые турбомашины. Петров А.И. Методические указания к самостоятельной работе для учащихся очной, заочной и дистанционной форм обучения. Электронное издание. Заказ 2278. © Мурманский государственный технический университет, 2016 г.

2. Судовые турбомашины. Петров А.И. Обучающие контрольные тесты для учащихся очной, заочной и дистанционной форм обучения. Электронное издание. Заказ 2276. © Мурманский государственный технический университет, 2016 г.

3. Судовые тепловые двигатели. Часть 2 Судовые турбомашины. Расчетно-графические работы. К.О. Сергеев. Издательство МАУ 2009 г, 20 с.

4. Методические указания и рабочая тетрадь к лабораторным работам для студентов специальности 240500 «Эксплуатация судовых энергетических установок». Малышев В. С. Издательство МАУ, 2000 г., 20 с.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины;
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем

Основная литература

1. Акладная, Г. С. Судовые турбомашины [Электронный ресурс]: Курс лекций / Г. С. Акладная. - М.: Альтаир-МГАВТ, 2013. - 64 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/>
2. Басалыгин Г.М. Судовые турбомашины: учебник для студентов (курсантов) высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Эксплуатация судовых энергетических установок" / Г. М. Басалыгин. - Санкт-Петербург : Элмор, 2007-. - 22 см.; ISBN 5-7399-0135-9.
3. Судовые паровые и газовые турбины. Учебник для вузов. В.И. Зайцев, Л.Л. Грицай, А.А. Моисеев, М: Транспорт, 1981г.
4. Эксплуатация судовых турбомашин: учеб. пособие /Ю.В. Варечкин, М.Ю. Храмов. - Н.Новгород : Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – 104с.
5. Петров А.И. Газодинамический расчет турбокомпрессора судового дизеля: Учебно-методическое пособие
6. Петров А.И. Судовые турбомашины: Рабочая тетрадь и методические указания к лабораторным работам
7. Зайцев, В.И. Судовые паровые и газовые турбины: учебник для вузов /В. И. Зайцев [и др.]. – М. : Транспорт, 1981. – 312 с.
8. Зайцев, Ю. И.. Основы проектирования судовых паровых турбоагрегатов: учебник для вузов/ Ю. И. Зайцев. – Изд. Л. ,«Судостроение», 1974. – 439 с.

Дополнительная литература

9. Судовые паровые и газовые турбины и их эксплуатация. Учебник для вузов. Л.И. Слободянюк и др., Ленинград: Судостроение, 1983 г.

10. Верете А. Г. Судовые турбомашины. Устройство и эксплуатация: учебник для вузов/ А.Г.Верете. – Изд. «Транспорт», 1971. – 384 с.
11. Межеричкий А. Д. Турбокомпрессоры систем наддува судовых дизелей / А. Д. Межеричкий . – Изд. Л.: Судостроение, 1986. 248 с.
12. Гофлин А.П., Шилов В.Д. Судовые компрессорные машины / А. П. Гофлин, В. Д. Шилов. – Изд. Л.: Судостроение, 1977. 272 с.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) Операционная система Microsoft Windows Vista
- 2) Офисный пакет Microsoft Office 2007
- 3) Офисный пакет Microsoft Office 2010

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. <http://www.znanium.com/>
2. www.mandiselturb.com
3. www.abb/turbo.com
4. www.kbb-turbo.de
5. Операционная система Microsoft Windows XP Professional ver 2002 Service Pack 3, лицензия №44335756 от 29.07.2008 г. (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
6. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009г.).

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;
- лабораторию судовых ДВС.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	7	8							Зи м/5	Ле то/5		
Лекции	20	24		44					4	4		8

Практические занятия	16	18		34					4	4		8
Лабораторные работы	8	6		14								
Самостоятельная работа	28	60		88					60	127		187
Подготовка к промежуточной аттестации		36		36					4	9		13
Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки	72	144		216					72	144		216
	24	24		48					4	4		8

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен		+								+		
Зачет	+								+			
Курсовая работа (проект)		+								+		
Количество расчетно-графических работ	1											
Количество контрольных работ												
Количество тестирований	1	1							1	1		

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
	Очная форма
1	Состав, схема и конструктивное исполнение судовых паротурбинных и газотурбинных установок
2	Изучение конструкции паровых и газовых турбоагрегатов.
3	Разборка и сборка турбокомпрессора типа VTR фирмы Броун-Бовери
4	Разборка и сборка турбокомпрессора типа R3.
5	Статическая балансировка роторов турбокомпрессоров.
6	Динамическая балансировка роторов турбокомпрессоров
7	Построение характеристик центробежного компрессора.

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1	Основные положения предварительного расчета проточной части паровой турбины

2	Основы газодинамического расчета центробежного компрессора турбокомпрессора
3	Определение геометрических размеров проточной части центробежного компрессора
4	Основы теплового расчета осевой турбинной ступени турбокомпрессора
5	Основы теплового расчета радиальной турбинной ступени турбокомпрессора
6	Определение геометрических размеров проточной части осевой турбины турбокомпрессора
7	Определение геометрических размеров проточной части радиальной турбины турбокомпрессора
Заочная форма	
1	Основные положения предварительного расчета проточной части паровой турбины
2	Основы газодинамического расчета центробежного компрессора турбокомпрессора судового дизеля
3	Основы теплового расчета осевой турбинной ступени турбокомпрессора судового дизеля
4	Определение геометрических размеров проточной части центробежного компрессора и осевой турбины турбокомпрессора судового дизеля

Перечень примерных тем курсовой работы /курсового проекта

№ п\п	Темы курсовой работы /проекта
1	2
1	Газодинамический расчет турбокомпрессора судового дизеля