

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы специалитета
по специальности
26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических
установок,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Судовые турбомашинны

Специальность: 26.05.06 Эксплуатация судовых
энергетических установок

Специализация: Эксплуатация судовых энергетических
установок, включая МАНС

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 1093451
Подписал: заведующий кафедрой Зябров Владислав
Александрович
Дата: 06.07.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью преподавания дисциплины «Судовые турбомашин» является подготовка

будущих инженеров-механиков в области рабочих процессов, конструкции, вопросов прочности и надежности лопаточных машин двух типов, - турбин, являющихся тепловыми двигателями, и компрессоров, предназначенных для сжатия рабочего тела.

Задача дисциплины – дать будущим судовым инженерам-механикам знания теории рабочих процессов турбомашин, их конструкции и основ грамотной и безопасной эксплуатации, необходимые для практической работы в области эксплуатации, как судовых дизельных энергетических установок, так и судовых ядерных энергетических установок.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-2 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности;

ОПК-3 - Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

ПК-5 - Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления;

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. паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции;

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Уметь:

управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности;
обрабатывать экспериментальные данные, интерпретировать и профессионально представлять полученные результаты;
идентифицировать ситуации, требующие применения аварийной процедуры эксплуатации двигательной установки;
идентифицировать ситуации необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления:
1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы;
2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы;
3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы;
4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции

Знать:

основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;
способы измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методы обработки и представления экспериментальных данных;
принципы безопасных процедур эксплуатации механизмов двигательной установки и систем управления ею;
правила безопасной эксплуатации двигательной установки и систем ее управления;
правила эксплуатации двигательной установки в аварийных ситуациях;
правила осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации главного двигателя и связанных с ним вспомогательных систем;
правила и обладает навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации парового котла и связанных с ним вспомогательных механизмов и паровых систем;
правила осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации вспомогательных первичных двигателей и связанных с ними систем;
правила осуществления подготовки и эксплуатации систем управления вспомогательными механизмам, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции;
правила для предотвращения причинения повреждений системам управления и механизмам, включая:
1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы;

2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы;
3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы;
4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции;

Владеть:

навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности;

навыками работы с измерительными приборами и инструментами;

навыками эксплуатации двигательной установки в аварийных ситуациях;

навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации главного двигателя и связанных с ним вспомогательных систем;

навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации парового котла и связанных с ним вспомогательных механизмов и паровых систем;

навыками осуществления подготовки к эксплуатации и эксплуатации вспомогательных первичных двигателей и связанных с ними систем;

навыками осуществления подготовки и эксплуатации систем управления вспомогательными механизмами, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции;

навыками идентифицировать неисправности в системах управления и механизмах, включая:

1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы;
2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы;
3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы;
4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции;

навыками принимать меры для предотвращения причинения повреждений системам управления и механизмам, включая:

1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы;
2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы;
3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы;
4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции;

навыками формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение;

навыками выбирать оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и известные условия, ресурсы и ограничения;
навыками публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта;

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№8	№9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	112	48	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	58	32	26
Занятия семинарского типа	54	16	38

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 140 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Общие сведения о турбинных установках Рассматриваемые вопросы: Предмет дисциплины и методика её изучения. Место турбомашин в судовой энергетике. Краткий очерк развития турбомашин. Принцип действия и устройство турбинных ступеней осевого типа – активный и реактивный. Понятие о степени реактивности турбинной ступени, об устройстве и принципе действия турбинной ступени радиального типа. Турбины со ступенями скорости и турбины со ступенями давления область их применения. Классификация судовых турбин
2	Теория турбинной ступени Рассматриваемые вопросы: Основы управления газового потока. Тепловой процесс турбинной ступени. Располагаемая работа ступени. Потери на окружности колеса турбинной ступени. Окружной КПД. Дополнительные внутренние потери. Внутренняя работа. Внутренний КПД. Внешние потери в турбинах. Механический и эффективный КПД эффективная мощность. Схемы осевой компрессорной ступени. Теоретический и полезный напоры. Степень реактивности. Изэнтропийный КПД.
3	Устройство судовых паровых турбин. Рассматриваемые вопросы: Устройство судовых главных и вспомогательных паровых турбин. Детали турбин: направляющие (сопла) и рабочие лопатки, роторы, корпуса, уплотнения, подшипники, конденсаторы, валоповоротное устройство, зубчатые передачи и соединительные муфты; органы управления.
4	Системы паротурбинных установок Рассматриваемые вопросы: Способы регулирования мощности паровых турбин. Системы, обслуживающие турбомашины: - система смазки ГТЗА - конденсационная установка - конденсатно-питательная система - система поддержания вакуума в главном конденсаторе - система уплотнений турбин и отсоса пара из уплотнений - паровые системы паротурбинной установки - система регулирования, управления и защиты ГТЗА
5	Газотурбинные двигатели и установки. Рассматриваемые вопросы: Типы элементов ГТД Классификация газотурбинных двигателей. Основные понятия и определения газотурбинных двигателей. Общее устройство и принцип действия газотурбинного двигателя и его составных частей: компрессоры ГТД, камеры сгорания ГТД, газовые турбины, теплообменные аппараты
6	Термодинамические циклы и структурные схемы газотурбинных двигателей Рассматриваемые вопросы: Идеальный термодинамический цикл ГТУ. Работа и КПД цикла ГТУ. Потери энергии в газотурбинной установке. Тепловой баланс камеры сгорания. Мощность и КПД ГТД. Способы повышения экономичности ГТУ - регенерация теплоты в цикле ГТУ - ступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением воздуха (ПОВ) - промежуточный подогрев газа в цикле ГТУ (ППГ) - разделение приводов движителя и компрессора.
7	Системы газотурбинных установок Рассматриваемые вопросы: Системы газотурбинных установок - топливная система - система пуска

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- система смазки - система суфлирования - система реверса - системы охлаждения конструктивных узлов ГТУ - система регулирования, управления и защиты ГТД - воздухоприемные и газовыхлопные устройства
8	Характеристики ГТД Рассматриваемые вопросы: Основные характеристики ГТУ. Схема центробежной компрессорной ступени. Потребляемая мощность, теоретический и полезный напоры, изэнтропный и полезный КПД. Движение воздуха в рабочем колесе, щелевом, лопаточном диффузорах, улитке. Неустойчивая работа (помпаж). Причины и меры устранения. Характеристики компрессоров. Сравнительная оценка и область применения. Совместная работа турбины и гребного винта, турбины и электрогенератора, газовой турбины и центробежного компрессора ТК.
9	Отдельные виды ГТУ Рассматриваемые вопросы: Парогазовые установки ГТУ замкнутого и полужамкнутого циклов ГТУ со СПГ Использование ГТД для повышения мощности ДВС Конструктивные схемы двухвальных ГТУ

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Основное назначение и принцип действия судового парового турбоагрегата В результате работы на практическом занятии студент изучает назначение, принцип действия и термодинамический цикл работы судового парового турбоагрегата и выполняет построение графиков изменения давления и скорости пара в турбинах со ступенями давления и ступенями скорости.
2	Конструкция судовых турбомашин В результате работы на практическом занятии студент изучает конструкцию: - корпусов турбин высокого и низкого давления; - деталей проточной части; - роторов; подшипников и уплотнений турбомашин; - конденсационных устройств; - передач судовых паровых турбин.
3	Системы, обслуживающие паротурбинные агрегаты. В результате работы на практическом занятии студент изучает системы, обслуживающие паротурбинные агрегаты: - управления, регулирования и защиты; - укупорки и отсоса пара от наружных и внутренних уплотнений; - прогрева и продувания турбины; - охлаждения конденсатора; - отсоса воздуха из главного конденсатора; - масляной.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
4	Решение задач В результате работы на практическом занятии студент решает задачи для заданного варианта: 1. определить располагаемую работу и степень реактивности паровой одноступенчатой турбины; 2. определить, на сколько уменьшится эффективная мощность, если будет произведено дросселирование пара на входе до давления, равного половине заданному.
5	Расчёт утилизационного турбогенератора В результате работы на практическом занятии студент: - изучает способы утилизации теплоты в СЭУ. - выполняет расчёт количества теплоты, которое можно получить при работе утилизационного котла для заданного главного двигателя; - выполняет расчёт мощности утилизационного турбогенератора; - предлагает рекомендации для совершенствования рассчитанной системы.
6	Типы элементов газотурбинного двигателя и особенности их конструкций В результате работы на практическом занятии студент изучает устройство прямоточного и непрямоточного судового ГТД и принцип действия и назначение элементов, входящих в ГТД (газовые турбины, компрессоры, камеры сгорания, регенераторы ГТД и воздухоохладители)
7	Системы, обслуживающие работу ГТУ В результате работы на практическом занятии студент изучает системы, обслуживающие работу ГТУ (топливная, пуска, смазки, суфлирования, реверса, охлаждения конструктивных узлов ГТУ, РУЗ ГТД и воздухоприемные и газовыхлопные устройства).
8	Термодинамические циклы и структурные схемы газотурбинных двигателей В результате работы на практическом занятии студент: - изучает термодинамические циклы и структурные схемы газотурбинных двигателей; - изображает для каждой структурной схемы соответствующий термодинамический цикл в диаграммах S-T и p-V.
9	Расчёт системы наддува В результате работы на практическом занятии студент: - изучает схемы наддува судовых ДВС; - выполняет расчет баланса мощностей компрессора и турбины для заданного ДВС. - выполняет подбор турбокомпрессора.
10	Силовая турбина В результате работы на практическом занятии студент: - изучает компоновку силовой турбины на двигателе и схемы передачи мощности от силовой турбины к двигателю; - выполняет расчет баланса мощностей компрессора и турбины для заданного ДВС; - выполняет расчет силовой турбины при последовательном и параллельном подключении; - выбирает оптимальный вариант использования силовой турбины.
11	Расчёт и конструирование сопла Лавала В результате работы на практическом занятии студент выполняет расчет и конструирование сопла Лавала

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Работа с лекционным материалом, литературой
3	Выполнение курсовой работы.

4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Семестр 8

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 10 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 15 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 20 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 25 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 30 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 35 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 40 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 45 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 50 МВт.

Расчёт главного турбоагрегата мощностью 55 МВт.

Семестр 9

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 12 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 17 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 22 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 27 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 33 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 38 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 42 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 47 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 51 МВт.

Расчёт газотурбинного двигателя мощностью 60 МВт.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Кузнецов, В. В. Судовые турбомашинны. Основы теории судовых турбомашин : учебное пособие / В. В. Кузнецов, Е. В.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL:

	Польский. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 176 с. — (Военное образование). - ISBN 978-5-16-015859-4. - Текст : электронный.	https://znanium.com/catalog/product/1134556 – Режим доступа: по подписке.
2	Акладная, Г. С. Судовые турбомашины [Электронный ресурс] : Методические рекомендации / Г. С. Акладная. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2013. - 64 с. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/447666
3	Акладная, Г. С. Судовые турбомашины [Электронный ресурс] : Курс лекций / Г. С. Акладная. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2013. - 64 с. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/447668
4	Кузнецов, В. В. Основы теории судовых турбомашин : учебное пособие / В.В. Кузнецов. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 176 с. — (Военное образование). - ISBN 978-5-16-014946-2. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/1150287 – Режим доступа: по подписке.
5	Барочкин, Е. В. Общая энергетика : учебное пособие / Е. В. Барочкин, М. Ю. Зорин, А. Е. Барочкин ; под. ред. д. т. н., проф. Е. В. Барочкина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 316 с. - ISBN 978-5-9729-0759-5. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/1836510 – Режим доступа: по подписке.

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>);

Официальный сайт Минтранса России (<https://mintrans.gov.ru/>);

Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
<https://znanium.com>

Справочная правовая система «Консультант Плюс»
<http://www.consultant.ru>

Сайт Научно-технической библиотеки РУТ (МИИТ) <http://library.miit.ru>

Сайт Российской государственной библиотеки <http://www.rsl.ru>

Международная реферативная база данных научных изданий «Web of science» <https://clarivate.com/products/web-of-science/databases/>

Сайт Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

Российский Речной Регистр <http://www.rivreg.ru>

Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России <http://www.gpntb.ru>

Российский морской регистр судоходства <http://www.rs-class.org/ru/>

Сайт Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) <http://www.viniti.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Операционная система (Полная лицензионная версия)

Офисный пакет приложений Office (Word, Excel, PowerPoint) (Полная лицензионная версия)

Система автоматизированного проектирования Компас

Тренажер судовой энергетической установки Medium Speed Engine Room (MSER)

Тренажер машинного отделения ERT 6000

Тренажер машинного отделения ERS 5000

Комплект мультимедийных обучающих модулей и мультимедийных тренажерных программ UNITEST

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

2. Помещения для проведения практических (лабораторных) работ, оснащенные следующим оборудованием: комплекс лабораторных стендов судовых тепловых двигателей, деталей ДВС, вспомогательных механизмов и их элементов, набор контрольно-измерительных приборов.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

Курсовая работа в 8, 9 семестрах.

Экзамен в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Судовые энергетические
установки, электрооборудование
судов и автоматизация» Академии
водного транспорта

Д.А. Попов

Согласовано:

Заведующий кафедрой СЭУ

В.А. Зябров

Председатель учебно-методической
комиссии

А.А. Гузенко