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 - программа специалитета
по специальности
26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Судовые двигатели внутреннего сгорания

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 двигатели внутреннего сгорания» является подготовить специалиста, владеющего основными положениями теории двигателей внутреннего сгорания, умеющего использовать эти знания для решения практических задач, осваивать новые типы двигателей, оценивать их энерго-экономические характеристики и обеспечивать их оптимальную эксплуатацию.

Задачами дисциплины являются:

- изучить теорию рабочего процесса, газообмена и наддува;
- изучить методы, позволяющие оценивать и оптимизировать работу систем топливоподачи и воздухоснабжения;
- научить пользоваться современными средствами исследования и диагностики процессов судовых дизелей.

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 общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности;

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

ПК-5 - Способен эксплуатировать главные и вспомогательные установки и связанные с ними системы управления, выполняя безопасные и аварийные процедуры;

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; 5. для несения вахты в котельном отделении: поддерживать надлежащий уровень воды и давление пара;

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 связанны 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 связанны 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 механизмам, 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 6 з.е. (216 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	
		№7	№8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	110	30	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	42	10	32
Занятия семинарского типа	68	20	48

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 106 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	Принцип действия и основы конструкции судовых дизелей Рассматриваемые вопросы: 1.1. Схемы и принцип действия четырех и двухтактных дизелей. Индикаторные диаграммы и диаграммы фаз газораспределения. 1.2. Кинематика кривошипно-шатунного механизма, путь, скорость, ускорение поршня. 1.3. Основы конструкции судовых дизелей. Классификация судовых дизелей. Маркировка судовых дизелей.
2	Теоретические и рабочие циклы. Рассматриваемые вопросы: 2.1. Идеальные (теоретические) циклы двигателей внутреннего сгорания, основы понятия. Теоретический цикл комбинированного двигателя. Показатели эффективности и экономичности циклов – среднее давление циклов и теоретический КПД. Сравнение теоретических циклов при различных способах подвода теплоты, различных степенях сжатия. 2.2. Расчетные и рабочие циклы двухтактного и четырехтактного дизелей.
3	Рабочие процессы в цилиндре Рассматриваемые вопросы: 3.1. Газообмен и наполнение цилиндра свежим зарядом. Организация газообмена в четырехтактном и двухтактном дизелях. Определение массы свежего воздуха и массы заряда (рабочего тела) в цилиндре в конце наполнения. Коэффициенты наполнения и остаточных газов, выражение коэффициента наполнения, анализа потерь при наполнении. Влияние влажности атмосферного воздуха. Определение параметров заряда цилиндра в конце наполнения. 3.2. Процесс сжатия. Теплообмен в процессе сжатия. Оценка показателя политропы процесса сжатия. Действительная и геометрическая степень сжатия. Выбор степени сжатия для дизелей. Влияние наддува, конструкции камеры сгорания, состояния деталей ЦПГ и эксплуатационных факторов на параметры заряда в конце сжатия. Протекание процесса сжатия при пуске холодного двигателя. 3.3. Термодинамические основы процесса сгорания. Схематизация процесса сгорания в расчетном цикле. Определение теоретической массы воздуха, необходимой для сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха при сгорании. Состав продуктов сгорания. Молекулярные изменения рабочего тела в процессе сгорания. Степень повышения давления и выбор максимального давления цикла. Тепловыделение и использование теплоты в процессе сгорания. Определение максимальной температуры цикла. Уравнение сгорания Гриневецкого-Мазинга. Степень предварительного расширения. 3.4. Процесс расширения. Связь с процессом сгорания. Влияние теплообмена и коэффициента использования теплоты на показатель политропы расширения. Догорание топлива на линии расширения. Параметры рабочего тела в начале выпуска. Влияние эксплуатационных факторов на процесс расширения.
4	Процессы топливоподачи, смесеобразования и сгорания в дизелях. Рассматриваемые вопросы: 4.1. Система топливоподачи и процесс топливоподачи. Топливные насосы высокого давления (ТНВД), форсунки. Основные параметры и характеристики процесса впрыскивания (закон подачи). Влияние закона подачи топлива на рабочие процессы в цилиндре дизеля. Дозирование цикловой подачи топлива и способы ее регулирования топливными насосами высокого давления. Факторы, влияющие на давление впрыскивания. Влияние технического состояния топливной аппаратуры на процессы топливоподачи и сгорания. Системы топливоподачи с электронным управлением впрыском, их преимущества с точки зрения возможности улучшения экономических и экологических показателей судовых дизелей. 4.2. Распыливание топлива. Топливный факел. Характеристики распыливания. Качество распыливания топлива. Факторы, влияющие на качество распыливания топлива. 4.3. Камеры сгорания и способы смесеобразования. Формы камер сгорания при объемном способе

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	смесеобразования. Объемно-пленочное смесеобразование. Предкамерное и вихре-камерное смесеобразование. Преимущества и недостатки различных способов смесеобразования. 4.4. Физические основы процессов воспламенения и сгорания. Условное деление процессов на фазы на развернутой индикаторной диаграмме. Образование горючей смеси и воспламенение. Период задержки воспламенения, его связь с условиями в камере сгорания при впрыскивании и групповым химическим составом топлива. Показатели самовоспламеняемости топлив - цетановое число, дизельный индекс, содержание ароматических углеводородов в топливе. Процесс сгорания, его основные фазы, физика явлений при сгорании. Влияние эксплуатационных факторов на процесс сгорания, эффективность и экономичность рабочего цикла. Образование токсичных компонентов в камере сгорания дизеля. Методы снижения эмиссии окислов азота с отработавшими газами. Требования международной конвенции МАРПОЛ 73/78 (Приложение VI) и Технического Кодекса по ограничению выбросов Nox судовыми дизелями.
5	Процессы газообмена Рассматриваемые вопросы: 5.1. Показатели качества газообмена. Схема массового баланса газов в процессе газообмена в цилиндре дизеля. Определение показателей качества газообмена: коэффициентов остаточных газов, наполнения, суммарного коэффициента избытка воздуха. Влияние загрязнения трактов и других эксплуатационных факторов на качество газообмена на энергетические показатели дизеля. 5.2. Газообмен четырехтактных дизелей. Схема газообмена. Фазы газораспределения и периоды газообмена. Газовоздушный тракт, впускные и выпускные клапаны, механизм газораспределения. 5.3. Газообмен двухтактных дизелей. Схемы газообмена двухтактных дизелей. Фазы газораспределения. Теоретически необходимое и располагаемое время-сечение. Периоды газообмена. Оценка пропускной способности органов газообмена. Характер изменения давления в ресивере, цилиндре и выпускном коллекторе в период газообмена. Заброс газов в ресивер и его влияние на работу дизеля. Способы изменения заброса газов.
6	Основы численного моделирования рабочих процессов дизелей. Рассматриваемые вопросы: 6.1 Цели и задачи математического моделирования. Применение математического моделирования для целей диагностирования и оптимизации рабочих процессов дизелей. 6.2 Основы расчетов параметров рабочих процессов, эффективных, экономических и экологических показателей дизеля на ПК. Математическое моделирование рабочих процессов в цилиндре дизеля.
7	Энергетические и экономические показатели работы дизелей. Рассматриваемые вопросы: 7.1. Индикаторные диаграммы. Индикаторная диаграмма рабочего цикла четырехтактного дизеля. Диаграмма насосных ходов. Индикаторная диаграмма рабочего цикла двухтактного дизеля. Доля потерянного хода. Развернутая диаграмма. Способы записи и построения индикаторных диаграмм. Диаграмма расчетного цикла. Предполагаемая индикаторная диаграмма. Коэффициент скругления индикаторной диаграммы. 7.2. Индикаторные показатели. Работа цикла. Среднее индикаторное давление. Способы определения среднего индикаторного давления. Среднее давление по времени. Индикаторная мощность дизеля. Контроль распределения мощности многоцилиндрового дизеля. Индикаторный КПД. Удельный индикаторный расход топлива. 7.3. Эффективные показатели. Эффективная мощность дизеля. Крутящий момент. Механический КПД. Среднее эффективное давление. Эффективный КПД. Удельный эффективный расход топлива. Связь между индикаторными и эффективными показателями. Факторы, влияющие на мощность и экономичность судовых дизелей. 7.4. Тепловой баланс судового дизеля. Внешний тепловой баланс судового дизеля. Основные составляющие теплового баланса. Схема теплового баланса. Изменение теплового баланса в зависимости от нагрузки дизеля.
8	Динамика и уравновешенность Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	8.1.Силы и моменты, действующие в кривошипно-шатунном механизме. 8.2. Причины вибрации дизеля. Силы давления газов. Силы тяжести поступательно движущихся масс. Силы инерции поступательно движущихся масс. Центробежные силы инерции неуравновешенных вращающихся масс. Движущая сила, действующая на поршень. 8.3. Диаграммы сил, действующих в одном цилиндре дизеля. Нормальная сила. Касательная сила. Вращающий и опрокидывающий моменты. Диаграмма суммарных касательных сил многоцилиндрового рядного и V-образного дизелей. Неравномерность вращения коленчатого вала дизеля. Степень неравномерности вращения вала. Маховик. Радиальная сила и ее действие на подшипники. 8.4. Анализ уравновешенности сил и моментов сил инерции вращающихся и поступательно движущихся масс дизеля. Оценка степени уравновешенности дизеля. 8.5. Действие неуравновешенного дизеля на его фундамент и корпус судна. Способы уравновешивания сил моментов и сил инерции вращающихся в поступательно движущихся массах судовых дизелей. Амортизаторы. Внутренняя уравновешенность. Действие внутренних сил и моментов на остов двигателя и подшипники.
9	Крутильные колебания валопроводов Рассматриваемые вопросы: 9.1. Упругие крутильные колебания валопроводов и влияние их на механическую напряженность коленчатого вала. Свободные крутильные колебания валопроводов. Вынужденные и резонансные колебания валопроводов. Определение резонансных частот вращения. 9.2. Экспериментальное исследование крутильных колебаний валопроводов. Требования Регистра к ограничениям крутильных колебаний валопроводов. Определение запретных зон оборотов дизеля. Способы устранения опасных крутильных колебаний. Демпферы крутильных колебаний и антивибраторы. Осевые колебания коленчатых валов. Демпферы осевых колебаний.
10	Наддув судовых дизелей Рассматриваемые вопросы: 10.1. Наддув как средство повышения мощности и экономичности дизелей. Влияние наддува на параметры рабочего цикла, показатели эффективности, экономичности и напряженности. Способы наддува. 10.2. Газотурбинный наддув. Комбинированный наддув. Принципы использования энергии газов в газовых турбинах турбокомпрессоров и в силовых турбокомпаундных турбинах. 10.3. Наддув четырехтактных дизелей. Особенности наддува четырехтактных дизелей. Схемы систем наддува четырехтактных дизелей. Схемы выпускных коллекторов многоцилиндровых дизелей. Наддув двухтактных дизелей. Особенности наддува двухтактных дизелей. 10.4. Схемы систем газотурбинного и комбинированного наддува двухтактных судовых дизелей. Принцип использования для сжатия воздуха подпоршневых полостей цилиндров. Энергетический баланс системы наддува. Подача компрессора. Мощность, развиваемая турбиной. Давление газов перед газовой турбиной.
11	Механическая напряженность судовых дизелей Рассматриваемые вопросы: 11.1. Энерго-экономические показатели. Связь с режимными параметрами, характеристиками, подачи топлива, воздухоснабжения и качеством индикаторного процесса. Анализ выражения мощности дизеля в общем виде. 11.2. Показатели механической нагруженности дизеля. Их связи с динамикой процесса сгорания, силами инерции и режимными параметрами.
12	Теплонапряженность судовых дизелей. Рассматриваемые вопросы: 12.1. Теплонапряженность дизеля и показатели ее определяющие. Характерные температуры, влияющие на физико-механические свойства материала, температурные напряжения, коррозию, износы деталей ЦПГ, состояние поршневых колец. Влияние режимных факторов и отложений на

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	температурные перепады в стенках. 12.2. Обобщенные показатели теплонапряженности: тепловая нагрузка цилиндра и температура выпускных газов. Влияние наддува, конструкции и режимных параметров на тепловую нагрузку и температуру деталей ЦПГ. Современные методы контроля теплонапряженности судовых дизелей в эксплуатации.
13	Техническая эксплуатация судовых дизелей Рассматриваемые вопросы: 13.1. Техническая эксплуатация судовых дизелей и ее составление. Задачи и формы технического использования дизелей на судах при непрерывном вахтенном обслуживании. Изучение правил технической эксплуатации и заводских инструкций исходная нормативная база обеспечения эффективной и безопасной работы судовых дизелей. 13.2. Технико-эксплуатационные показатели и тепломеханическая нагруженность дизелей в эксплуатации.
14	Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей. Рассматриваемые вопросы: 14.1. Понятие режима и характеристики дизеля. Виды режимов работы и основные эксплуатационные характеристики дизелей. 14.2. Нагрузочные характеристики. Условия работы дизеля по нагрузочной характеристике. Характер изменения основных параметров. Механические потери и механический КПД при работе дизеля по нагрузочной характеристике. Причины минимизации удельного эффективного расхода топлива и построение экономической характеристики. Особенности задания нагрузочных режимов регулятором частоты вращения (регуляторная характеристика). 14.3. Скоростные характеристики. Условия работы дизеля по внешней скоростной характеристике. Изменение энерго-экономических показателей. Тепловые свойства дизеля. Тепломеханическая нагруженность при работе по внешней характеристике. Необходимость ограничения подачи топлива и виды ограничительных характеристик по моменту и мощности. 14.4. Винтовые характеристики. Особенности работы главных дизелей на гребной винт. Закономерности изменения момента и мощности, параметров рабочего процесса, экономичности и тепломеханической нагруженности дизеля. Ограничение максимальной мощности и минимальной частоты вращения. Понятие «тяжелой» и «легкой» винтовой характеристики.
15	Переходные режимы Рассматриваемые вопросы: 15.1. Подготовка дизеля к работе. Пусковые и маневренные режимы. 15.2. Динамика изменения параметров и теплового состояния дизеля на переходных режимах при разгоне и торможении судна, реверсировании гребного винта.
16	Режимы полного хода Рассматриваемые вопросы: 16.1. Режимы полного хода. Области режимов длительной и ограниченной по времени работы. Режимы экономичного хода. Задание режимов полного хода при различных сопротивлениях движению судна. Использование морского и технического запасов мощности для поддержания скорости хода. Особенности задания режимов работы дизеля при волнении. 16.2. Обеспечение маневренных и ходовых режимов при работе дизеля на винт регулируемого шага. 16.3. Аварийные режимы: с неполным числом цилиндров, поврежденными турбокомпрессорами.
17	Контроль, регулирование, техническое диагностирование и испытания судовых дизелей. Рассматриваемые вопросы: 17.1. Организация контроля работы дизелей. Использование автоматизированных информационных систем контроля и защиты дизеля. Контроль рабочих процессов в цилиндрах, топливных насосах и форсунках, системах воздухоснабжения и газовыпуска, системах смазывания и охлаждения. Установка фаз и моментов топливо и газораспределения по параметрам рабочего процесса.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	17.2. Повышение уровня эксплуатации и надежности дизелей на основе диагностирования технического состояния деталей и узлов в рабочих условиях. Системы технического диагностирования. Эталонные зависимости диагностических параметров. Алгоритмы диагностирования и прогнозирования состояния дизеля и его элементов. Диагностирование состояния турбокомпрессоров деталей ЦПГ, элементов топливной аппаратуры. 17.3. Испытания судовых дизелей: приемосдаточные, швартовные, ходовые. Техническая эксплуатация.
18	Заключение Рассматриваемые вопросы: Особенности и тенденции развития дизелей. Развитие конструкции, оптимизации параметров и методов автоматизированного проектирования.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Оборудование и приборы для испытаний судовых дизелей В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки: - Изучить оборудование и измерительную аппаратуру, применяемые при испытаниях судовых дизелей. - На лабораторном стенде произвести определение и анализ параметров работы дизеля.
2	Снятие и обработка индикаторных диаграмм В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки: - Определить индикаторные показатели рабочего процесса четырехтактного дизеля. - Построить кривую изменения температуры в цилиндре.
3	Исследование влияния угла опережения подачи топлива на показатели рабочего процесса дизеля В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки: - Изучить влияние регулировочных параметров дизеля на показатели рабочего процесса. - Определения угла опережения подачи топлива и расшифровке индикаторных диаграмм при диагностике рабочего процесса дизеля. - Определять задержку воспламенения для заданного двигателя.
4	Исследование системы топливоподачи дизеля В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки: - работы топливной системы высокого давления дизеля (системы топливоподачи) и методы ее исследования.
5	Исследование характеристик компрессора В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки: - Определение КПД компрессора и построение его характеристик.
6	Исследование характеристик турбины В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки: - Определения основных параметров турбины.
7	Определение механических потерь дизеля методом выбега В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки: - Изучить экспериментальные способы определения механических потерь дизеля.
8	Теплобалансовое испытание двигателя по винтовой характеристике В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки:

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- Изучить закономерности в изменении основных параметров судового ДВС при его работе по винтовой характеристике. - Изучить методы определения составляющих теплового баланса и закономерности их изменения по винтовой характеристике. - Использовать данные испытаний при оценке технического состояния дизеля в условиях эксплуатации и для возможной утилизации тепла.
9	Испытания двигателя по нагрузочной характеристике В результате выполнения лабораторной работы студент получает следующие навыки: - Изучить методику снятия нагрузочной характеристики. - Провести анализ теплотехнических параметров дизеля на соответствие требованиям ГОСТа и ТУ на поставку.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Изучение особенностей конструкции двигателя и нагрузочного устройства В результате работы на практическом занятии студент изучает устройство стенда, навесного оборудования двигателя и нагрузочного устройства для выполнения последующих работ
2	Методы испытаний двигателей внутреннего сгорания В результате работы на практическом занятии студент знакомится с методами испытаний двигателей внутреннего сгорания (ДВС); изучает способ нагружения ДВС с помощью гидронасоса постоянного рабочего объема с последующим дросселированием потока жидкости от насоса
3	Определение массового расхода топлива на холостом ходу двигателя В результате работы на практическом занятии студент экспериментально определяет массовый расход топлива на холостом ходу
4	Определение скоростных характеристик двигателя В результате работы на практическом занятии студент экспериментально получает скоростные характеристики двигателя для различных положений рейки топливного насоса
5	Определение нагрузочных характеристик двигателя В результате работы на практическом занятии студент экспериментально получает нагрузочные характеристики двигателя для различных частот вращения вала двигателя
6	Исследование выхода двигателя на рабочий температурный режим В результате работы на практическом занятии студент выполняет экспериментальное исследование прогрева смазочного масла двигателя
7	Определение токсичности отработавших газов двигателя В результате работы на практическом занятии студент выполняет экспериментальное измерение содержания монооксида углерода (CO), углеводородных групп (CH) и оксидов азота (NOx) в выхлопных газах при различных режимах работы двигателя
8	Термометрирование двигателя В результате работы на практическом занятии студент выполняет экспериментальное измерение температур наружной поверхности основных элементов двигателя при различных режимах работы двигателя
9	Правила и порядок проведения технического обслуживания двигателей В результате работы на практическом занятии студент изучает понятия о регламентном техническом обслуживании двигателя и получает навыки выполнения работ по техническому обслуживанию
10	Изучение процессов впуска и выхлопа В результате работы на практическом занятии студент выполняет экспериментальное измерение зависимостей разрежения во впускном трубопроводе, давления перед глушителем и массового расхода воздуха от угла поворота вала двигателя для различных режимов работы

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Работа с лекционным материалом, литературой
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 1250 кВт, частота вращения коленчатого вала 500 об/мин, количество цилиндров 6.

2. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 400 кВт, частота вращения коленчатого вала 1500 об/мин, количество цилиндров 12.

3. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 850 кВт, частота вращения коленчатого вала 375 об/мин, количество цилиндров 6.

4. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 115 кВт, частота вращения коленчатого вала 1500 об/мин, количество цилиндров 6.

5. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 650 кВт, частота вращения коленчатого вала 375 об/мин, количество цилиндров 4.

6. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 320 кВт, частота вращения коленчатого вала 1000 об/мин, количество цилиндров 4.

7. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным:

эффективная мощность 2200 кВт, частота вращения коленчатого вала 550 об/мин, количество цилиндров 6.

8. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 160 кВт, частота вращения коленчатого вала 1500 об/мин, количество цилиндров 6.

9. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 240 кВт, частота вращения коленчатого вала 750 об/мин, количество цилиндров 6.

10. Спроектировать двигатель, отвечающий современным требованиям по экологии, надежности и экономичности по следующим данным: эффективная мощность 1400 кВт, частота вращения коленчатого вала 550 об/мин, количество цилиндров 4.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Епифанов, В. С. Судовые двигатели внутреннего сгорания : учебно-методическое пособие пособие по выполнению курсового проекта / В. С. Епифанов, Д. А. Попов. - Москва : РУТ (МИИТ), 2023. - 87 с. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/2034541
2	Толшин, В. И. Судовые двигатели внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : методические рекомендации / В. И. Толшин, В. В. Якунчиков, С. М. Крутиев и др.- Москва : Альтаир-МГАВТ, 2013 - 52 с. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/447683
3	Епифанов, В. С. Судовые двигатели внутреннего сгорания : методические рекомендации по выполнению курсового проекта / С. В. Епифанов. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2014. - 84 с. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/522645 – Режим доступа: по подписке.
4	Епифанов, В. С. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Часть 2. Крутильные колебания : методические	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/945336 – Режим доступа: по подписке.

	рекомендации / В. С. Епифанов, Д. А. Попов. - Москва : МГАВТ, 2017. - 124 с. - Текст : электронный.	
5	Епифанов, В. С. Судовые тепловые двигатели. Часть 1. Судовые двигатели внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : Практикум для лабораторных работ и самостоятельных занятий / В. С. Епифанов, О. С. Чуркина. - Москва : МГАВТ, 2007. - 61 с. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/401104
6	Епифанов, В. С. Применение сжиженного природного газа на водном транспорте и проблемы безопасной работы СЭУ : учебное пособие по части курса СДВС, для курсового и дипломного проектирования / В. С. Епифанов ; под ред. В. И. Толшина. - Москва : МГАВТ, 2004. - 72 с. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/401076 – Режим доступа: по подписке.
7	Лебедев, О. Н. Двигатели внутреннего сгорания речных судов : учебник для вузов / О. Н. Лебедев, В. А. Сомов, С. А. Калашников. - Москва : Транспорт, 1990. - 328 с. - ISBN 5-277-01005-X. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/1057385
8	Толшин, В. И. Судовое главное энергетическое оборудование [Электронный ресурс] : Лабораторный практикум / В. И. Толшин, В. В. Якунчиков, Р. Н. Романов. - Москва : МГАВТ, 2011. - 50 с., 29 ил., 25 табл. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/403842

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

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

ФАУ Российское Классификационное Общество https://rfclass.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 7 семестре.

Курсовой проект в 8 семестре.

Экзамен в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

заведующий кафедрой, доцент, к.н. кафедры «Судовые энергетические установки, электрооборудование судов и автоматизация» Академии водного транспорта В.А. Зябров

Согласовано:

Заведующий кафедрой СЭУ В.А. Зябров

Председатель учебно-методической комиссии А.А. Гузенко