

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет
Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ

Декан МФ



/С.Ю. Труднев/

«23» марта 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы теории надежности и диагностики»

по специальности:

26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»
(уровень специалитет)

специализация: «Эксплуатация судовых энергетических и рефрижераторных
установок»

квалификация: инженер -механик

Петропавловск-Камчатский
2022

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» и учебного плана специальности ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», утвержденного решением ученого совета, протокол № 3 от 01.12.2021 г. и в соответствии с требованиями Конвенции ПДНМВ (Правила III/1 МК ПДНВ 78 с поправками, раздел А-III/1, таблица А-III/1).

Составители рабочей программы:

доцент кафедры ЭУ и ЭС



С.А. Жуков

доцент кафедры ЭУ и ЭС



Р.М. Трибунская

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «ЭУЭС»
«28» февраля 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов» канд. тех. наук, доцент

«23» марта 2022 г.



О.А. Белов

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Дисциплина «Основы теории надежности и диагностики» является одной из основных ФГОС ВО (Б1.В.17) по специальности, формирующей профессиональную подготовку инженера по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок».

ЦЕЛЬЮ изучения дисциплины «Основы теории надежности и диагностики» - изучение основ оценки безотказности, долговечности, ремонтпригодности и других свойств категории надежности деталей, систем и в целом судовой энергетической установки.

В результате изучения дисциплины курсанты должны:

знать:

— основные понятия и определения надежности и технического диагностирования судовых технических средств, основные количественные показатели надежности, особенности судового оборудования, как объекта диагностирования; методику диагностирования судовых технических средств и оценку их технического состояния; системы диагностирования;

уметь:

— рассчитывать показатели надежности по результатам эксплуатации СТС; оценивать уровень работоспособности объектов и необходимость ее повышения; измерять диагностические параметры и производить определение технического состояния СТС; выполнять поиск дефекта и давать рекомендации по его устранению; составлять заключения по результатам диагностирования.

Программа дисциплины включает изучение физических и математических моделей процессов, происходящих в СТС и судовой энергетической установке в целом.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

После изучения дисциплины «Предотвращение загрязнения морской среды» учащийся должен обладать следующими ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ:

— способен выполнять диагностирование судового механического и электрического оборудования (ПК-40);

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины (знать, уметь, владеть), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенция или ее часть), представлены в табл.

1.

Таблица 1

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-40	Способен выполнять диагностирование судового механического и электрического оборудования	ИД-1ПК-40. Знает методы, технологии диагностирования, применяемые приборы, оценку и оформление результатов ИД-2ПК-40. Умеет применять по назначению судовые приборы для оценки технического состояния судового оборудования	Знать: Методы контроля технического состояния различных судовых технических средств основные методы определения показателей надёжности по данным эксплуатации	З(ПК-40)1 З(ПК-40)2
			Уметь: выполнять процедуры измерения, контроля и диагностики при определении технического состояния судового оборудования решать практические задачи улучшения показателей надёжности судового оборудования	У(ПК-40)1 У(ПК-40)2
			Владеть: методами применения диагностическими приборами и аппаратурой обработки измеренной информации приёмами работы в судовой информационно-измерительной системе для обоснования принимаемых решений.	В(ПК-40)1 В(ПК-40)2

2.2. Спецификация минимального стандарта компетентности в соответствии с Конвенцией ПДНМВ (Правила III/1 МК ПДНВ 78 с поправками, раздел А-III/11) в табл.2

Таблица 2

Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Управление безопасным и эффективным проведением технического обслуживания и ремонта	Теоретические знания Работа судовых механических установок Практические знания Управление безопасным и эффективным проведением технического обслуживания и ремонта	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: 1. Одобренный опыт работы 2. Одобренный опыт подготовки на учебном судне 3. Одобренная подготовка в мастерских	Деятельность по техническому обслуживанию правильно планируется и осуществляется в соответствии с техническими спецификациями, требованиями законодательства, а также инструкциями по безопасности и процедурами
Обнаружение и выявление причин неисправной работы механизмов и устранение неисправностей	Планирование технического обслуживания, включая установленные законом проверки и проверки класса судна Планирование ремонта Практические занятия Обнаружение неисправностей работы механизмов, локализация неисправностей и предотвращение повреждений Проверка и настройка оборудования Неразрушающий контроль	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: 1. Одобренный опыт работы 2. Одобренный опыт подготовки на учебном судне 3. Одобренная подготовка на тренажере, где это применимо 4. Одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования	Соответствующие планы, спецификации, материалы и оборудование для технического обслуживания и ремонта имеются в наличии Предпринимаемые действия приводят к восстановлению работы установки наиболее приемлемым способом Методы сравнения фактических условий эксплуатации соответствуют рекомендуемым практике и процедурам Действия и решения соответствуют рекомендуемым эксплуатационным спецификациям и ограничениям

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Основы теории надежности и диагностики" является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной образовательной программы.

В состав дисциплины входят лекционный курс, практические занятия и самостоятельная работа.

Изучение и построение дисциплины «ОТНД» базируется на знании курсантами следующих разделов дисциплин естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов:

— «Судовые котельные и паропроизводящие установки»: конструкция и основные характеристики основных типов вспомогательных и утилизационных котлов, методы подготовки топлива и питательной воды, процессов горения, теплообмена, утилизации вторичных энергоресурсов, методы контроля и нормирования эксплуатационных показателей СКПУ.

— «Судовые двигатели внутреннего сгорания»: теория рабочих процессов судовых дизелей, конструкцию главных и вспомогательных двигателей, механизмов и систем их обслуживающих, теоретические основы технической эксплуатации.

Знания и умения, полученные курсантами в ходе изучения дисциплины «ТОБС», дополняются и совершенствуются при последующем изучении дисциплин специализации:

— «Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания».

4. Содержание дисциплины

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в виде табл. 3.

Таблица 3

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Основы теории надежности	36	20	10	10		16		
Тема 1.1. Основные положения надежности	18	10	6	4		8	Опрос, ПЗ	
Тема 1.2. Расчет показателей надежности	18	10	6	4		8	Опрос, ПЗ	
Раздел 2. Основы технической диагностики	36	29	9	10		14		
Тема 2.1. Основные положения диагностики	18	10	5	5		8	Опрос, ПЗ	
Тема 2.2. Системы диагностирования	18	10	4	6		8	Опрос, ПЗ	
Зачет	Семестр В 6 курс							
Всего	72	40	20	20		32		

Тематический план дисциплины по заочной форме обучения представлен в виде табл. 4.

Таблица 4

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Основы теории надежности	36	6	4	2		30		
Тема 1.1. Основные положения надежности	18	3	2	1		15	опрос	

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 1.2. Расчет показателей надежности	18	3	2	1		15	опрос	
Раздел 2. Основы технической диагностики	36	12	4	2		30		
Тема 1.1. Основные положения диагностики	18	3	1	2		15	опрос	
Тема 2.2. Системы диагностирования	18	3	1	2		15	опрос	
Зачет	5 курс							
Всего	72	12	6	6		56		4

ПЗ — практическое занятие

Раздел 1. Основы теории надежности

Тема 1.1. Основные положения надежности

Лекция 1.1.

Общие положения. Основные понятия и определения Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. Краткие сведения о развитии надежности и технической диагностики.

Структура, содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана и ее место в подготовке инженера-механика. Методика самостоятельной работы над дисциплиной.

Практическое занятие 1. Изучение случайных процессов (2 часа)

Лекция 1.2.

Физика отказов. Основные понятия и определения надежности, факторы, влияющие на надежность судового оборудования. Информационное обеспечение поддержания надежности

Практическое занятие 2. Подбор теоретического закона распределения наработок до отказа по данным эксплуатации (2 часа)

Лекция 1.3.

Свойства надежности. Безотказность СТС Сведения о случайных процессах. Количественные показатели надежности невосстанавливаемых узлов и деталей. Количественные показатели надежности восстанавливаемых объектов.

Практическое занятие 3. Подбор теоретического закона распределения наработок до отказа по данным эксплуатации (2 часа)

Лекция 1.4.

Расчет надежности СЭУ. Методы повышения безотказности технических объектов. Безотказность сложных объектов.

Практическое занятие 4. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых машин и агрегатов (2 часа)

Тема 1.2. Расчет показателей надежности

Лекция 1.5.

Особенности эксплуатационной информации. Подготовка исходных данных. Выбор закона распределения

Практическое занятие 5. Расчет количественных показателей надежности невосстанавливаемых узлов и деталей (4 часа)

Лекция 1.6.

Комплексные показатели надежности. Расчет показателей безотказности невосстанавливаемых узлов и деталей

Практическое занятие 6. Расчет количественных показателей надежности восстанавливаемых узлов и деталей (4 часа)

Лекция 1.7.

Обеспечение судов СЗЧ. Виды комплектов запасных частей. Обеспечение комплектов запасных частей

Практическое занятие 2.3. Расчет количества запасных частей (2 часа)

Конкретные задания при выполнении практических занятий приведены в методических указаниях [1], лабораторных работ — в методических указаниях [6].

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспекту — 7 часов.
2. Подготовка к защите практических занятий — 7 часов.
3. Конспектирование вопроса «Обзор конструкций валогенераторов» — 4 часа.

Итого по разделу: ЛК — 11, ПЗ — 11, СРС — 14 часа.

Литература: [1, 2].

Раздел 2. Основы технической диагностики

Тема 2.1. Основные положения диагностики

Лекция 2.1.

Основные понятия и определения диагностирования. Диагностирование в жизненном цикле технических объектов. Особенности диагностирования судового оборудования. Характеристики методов диагностирования. Системный анализ судовой энергетической установки. Анализ функций системы централизованного контроля и определение задач диагностики СЭУ и входящего в её состав оборудования. Алфавит технического состояния механизмов и аппаратов и условие их исправности

Практическое занятие 1.2. Методы и средства диагностики (2 часа)

Лекция 2.2.

Критерии работоспособности и влияющие на них факторы, анализ и синтез механизмов, методы расчета. Контроль работоспособности. Диагностические признаки. Условия работоспособности. Степень

работоспособности. Методы и средства обеспечения надежности и работоспособности элементов. Методы контроля работоспособности.

Практическое занятие 1.2.

Диагностирование рабочего процесса двигателя (6 часов)

Лекция 2.3.

Построение алгоритма поиска дефектов. Анализ математических моделей диагностических параметров. Поиск повреждений. Признаки и методы обнаружения дефектов. Алгоритмы поиска дефектов. Теоретические основы классификации методов технической диагностики. Аналитические методы поиска причин нарушения работоспособности СЭУ и их формализация. Физические методы определения текущего технического состояния механизмов и аппаратов.

Практическое занятие 1.2.

Диагностирование топливной аппаратуры двигателей (4 часа)

Лекция 2.4.

Прогноз состояния объектов. Общие сведения о прогнозировании. Аналитическое прогнозирование. Вероятностное прогнозирование. Прогнозирование методами статической классификации. Диагностирование СТС. Оценка технического состояния по результатам измерения параметров. Проведение диагностики и испытания судовых дизелей; методами теоретического и экспериментального исследования. Расчет достоверности диагноза.

Тема 2.2. Системы диагностирования

Лекция 2.5.

Общие положения. Инженерные методы прогнозирования остаточного ресурса оборудования СЭУ. Анализ методов технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) энергетического оборудования судов и условия перехода на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию (ФТС).

Практическое занятие 2.1. Вибродиагностика судового оборудования (4 часа)

Лекция 2.6.

Объект диагностирования. Средства технического диагностирования. Диагностирование СТС. Оценка технического состояния по результатам измерения параметров. Расчет достоверности диагноза.

Системы диагностирования параметров дизелей Типовые структуры систем диагностирования деталей ЦПГ, механизма ГРМ, топливной аппаратуры

Практическое занятие 2.2. Изучение конструкции и работы системы безразборной диагностики «Ритм Дизель» (2 часа)

Лекция 2.7.

Системный анализ судовой энергетической установки. Анализ функций системы централизованного контроля и определение задач диагностики СЭУ и входящего в её состав оборудования. Алфавит технического состояния механизмов и аппаратов и условие их исправности

Лекция 2.8.

Теоретические основы классификации методов технической диагностики. Аналитические методы поиска причин нарушения работоспособности СЭУ и их формализация. Физические методы определения текущего технического состояния механизмов и аппаратов.

Лекция 2.9.

Системы диагностирования параметров СКУ. Типовые структурные схемы систем диагностирования котельных установок,

Системы диагностирования вспомогательных механизмов, насосов, компрессоров.

СКУ. Типовые структурные схемы систем диагностирования. Показатели систем диагностирования.

Практическое занятие 2.4. Изучение конструкции и работы системы безразборной диагностики «ДЕПАС-4» (4 часа)

Конкретные задания при выполнении практических занятий приведены в методических указаниях [1], лабораторных работ — в методических указаниях [6].

Самостоятельная работа:

1. Проработка учебного материала по конспекту — 5 часов.
2. Подготовка к защите практических занятий — 5 часов.
3. Конспектирование вопроса «Обзор конструкций валогенераторов» — 2 часа.
4. Конспектирование вопроса «Обзор конструкций газотурбинных двигателей» — 2 часа.

Итого по разделу: ЛК — 11, ПЗ — 11, СРС — 14 часов.

Литература: [2, с. 8—22; 60—70; 98—110; 140—142; 151—195; 178—186; 3, с. 9—32].

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа учащегося по дисциплине включает такие виды работы как:

- 1) изучение материалов, законспектированных в ходе лекций;
- 2) изучение литературы, проработка и конспектирование источников;
- 3) подготовка к защите практического занятия;
- 4) подготовка к промежуточной аттестации.

Перечень методических указаний для самостоятельной работы:

1. Жуков С. А. Основы теории надежности и диагностики. Методические указания к практическим занятиям для курсантов и студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2013. — 96 с.

2. Жуков С. А. Основы теории надежности и диагностики. Методические

указания по изучению дисциплины для курсантов и студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. — 23 с.

3. Жуков С. А. Основы теории надежности и диагностики. Программа, методические указания по изучению дисциплины для курсантов и студентов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» очной и заочной форм обучения. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. — 23 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1. Общая структура системы ТО и Р по состоянию.
2. Надежность, свойства надежности.
3. Виды состояний объектов.
4. Показатели надежности.
5. Нормирование показателей надежности.
6. Применимость показателей надежности для судовой техники.
7. Законы распределения вероятностей.
8. Выбор закона распределения.
9. Оценка остаточного ресурса.
10. Система сбора, обработки и использования информации о надежности СТС и судов в целом.
11. Использование показателей надежности.
12. Техническая диагностика. Основные понятия и определения.
13. Цели и задачи диагностирования.
14. Методология технического диагностирования.
15. Специфические особенности диагностирования СТС.
16. Модель «черного ящика».
17. Методы диагностирования.
18. Тепловые методы диагностирования.
19. Измерения давления, расхода жидкостей и газов, частот вращения, моментов, мощности.
20. Оптическая интроскопия.
21. Вибродиагностика. Параметры вибрации в диагностике.
22. Вибрационные процессы.
23. Спектральный и гармонический анализ.
24. Измерения ударных импульсов.
25. Определение утечек и продуктов изнашивания в маслах.
26. Анализ изменения показателей качества масла и выпускных газов от дизелей и котлов.
27. Определение остаточных толщин листовых конструкций корпуса.
28. Технические средства диагностирования (по каждому из приведенных методов).
29. Математические модели диагностирования.

30. Аналитические модели. Модели идентификации.
31. Построение моделей по результатам измерения диагностических параметров.
32. Использование математических моделей при определении остаточного ресурса.
33. Объекты диагностирования (физические модели).
34. Корпус судна.
35. Судовые технические средства (по выбору).
36. Характерные диагностические параметры СТС.
37. Оценка технического состояния СТС (по выбору объекта).
38. Системы диагностирования. Классификация систем диагностирования.
39. Встроенные системы диагностирования.
40. Универсальные переносные системы диагностирования.
41. АСУ технической эксплуатации. Назначение и цели создания системы.
42. Место и функции технической диагностики в системе.

7. Рекомендуемая литература

7.1. Основная литература.

1. Горелик Г.Б. Основы теории надежности и диагностики. Учебное пособие. – Хабаровск, 2007.

7.2. Дополнительная литература.

1. Калявин В.П.. Основы теории надежности и диагностики. – С-Петербург.: «Элмор», 1998.
2. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. - М.: Издательство стандартов, 1990.
3. ГОСТ 27.002-83. Надежность в технике. Термины и определения. -М.: Издательство стандартов, 1993.
4. Мозгалеvский А.В., Калявин В.П. Системы диагностирования судового оборудования Учебное пособие - Л.: Судостроение, 1987.
5. Климов Е.Н. Идентификация и диагностика судовых технических систем. -Л.: Судостроение, 1984.
6. Мозгалеvский А.В., Калявин В.П. Технические средства диагностики судовых технических систем. - Л.: Судостроение, 1978.
7. Климов Е.Н. Основы технической диагностики судовых энергетических установок. - М.: Транспорт, 1980.
8. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г. (ПДМНВ-78) с поправками (консолидированный текст), - СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010 г. - 806 с.

8. Методические указания, для обучающихся по освоению дисциплины

В рамках освоения учебной дисциплины «ОТНД» предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекции;
- практические занятия;

— самостоятельная работа;
— групповые и индивидуальные консультации,
а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины.

На практических занятиях обучающиеся выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы; решение практических заданий.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций обучающиеся имеют возможность получить квалифицированные советы по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у них опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов, решения учебных задач, для подготовки к практическим занятиям, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой аттестации; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.

9. Курсовой проект

Не предусмотрен.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

1. Библиотека Либертариума. Код доступа: <http://www.libertarium.ru/library/>.

2. Сайт журнала «Судостроение». Код доступа: <http://www.ssts.spb.ru/>.

3. Сайт журнала «Теплоэнергетика». Код доступа: <http://www.energetik.energy-journals.ru/>.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Обучающая программа тренажерного комплекса «Дельта-судомеханик» (компьютерный класс, аудитория 3-217).
2. Обучающая программа тренажерного комплекса «Юнитест» (компьютерный класс, аудитория 3-217).
3. Комплекс диагностического оборудования «Ритм-Дизель».
4. Комплекс диагностического оборудования «ДЕПАС-4».