

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)**

Отдел науки и инноваций

Аспирантура



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР

Handwritten signature

Т.А. Клочкова

3 » 11 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«НАДЕЖНОСТЬ И ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

научная специальность

2.5.20 «Судовые энергетические установки и их элементы
(главные и вспомогательные)»

(уровень подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре)

Петропавловск-Камчатский,
2022

Рабочая программа составлена на основании Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 года № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 года № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», в соответствии с паспортом научной специальности 2.5.20 Судовые и энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)/

Составитель рабочей программы
Профессор кафедры ЭУЭС
д-р хим. наук, доцент

 Швецов В.А.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов».

Протокол № 3 от «15» 11 2022 г.

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов»

канд. техн. наук, доцент

 Белов О.А.

«15» 11 2022 г.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Надежность и диагностика технических систем» является овладение методологией научного познания в категории надежности деталей, систем и в целом двигателя внутреннего сгорания; формирование профессиональной готовности и самостоятельной научной, исследовательской и педагогической деятельности; углубленное изучение теоретических и методических основ оценки безотказности, долговечности, ремонтпригодности и других свойств технических систем.

Задачами изучения дисциплины «Надежность и диагностика технических систем» являются:

- формирование теоретических знаний в области надежности и диагностики технических систем;
- ознакомление с основными методами изучения технических систем и в целом двигателя внутреннего сгорания;
- овладение общенаучными методами решения задач, связанных с использованием статистической обработки информации о надежности судовых энергетических установок

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате обучения при изучении дисциплины, обучающиеся должны:

Знать:

- сущность современных методов и принципов определения основных показателей надежности;
- основы математической теории надежности технических систем, законы распределения случайных величин.
- сущность теории оценки долговечности изделий в судостроении;
- теоретические принципы, инженерные методы расчета безотказности, количественных показателей надежности двигателей на этапе проектирования.

Уметь:

- применять методы определения параметров потока отказов методами математической статистики;
- анализировать и объективно оценивать современные методы диагностики технических систем.
- прогнозировать методы безразборной диагностики с целью применения в системе технического обслуживания

Владеть:

- методами определения основных показателей надежности;
- методами «выжигания дефектных элементов» для определения параметра λ .
- методами обеспечения и повышения безотказности судовых энергетических установок в эксплуатации.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Надежность и диагностика технических систем» является дисциплиной по выбору вариативной части в структуре образовательной программы, непосредственно связана и базируется на совокупности таких дисциплин, как «Организация и планирование работ при проведении научных исследований», «Информационный поиск и библиографическая культура», «Судовые энергетические системы».

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Надежность и диагностика технических систем», необходимы для прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (профессиональной практики) и для проведения научных исследований и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Дисциплина изучается на 3 учебном году (курсе), в 5 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа).

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Тематический план дисциплины

Таблица 1 – Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий		Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Промежуточная аттестация
			лекции	практические занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1 «Теория надежности и качественные показатели надежности технических систем»	13,5	12	6	6	1,5	тест	
Тема 1: Введение, основные понятия надежности	4,5	4	2	2	0,5	опрос	
Тема 2: Теория надежности технических систем	4,5	4	2	2	0,5	опрос	
Тема 3: Качественные показатели надежности технических систем	4,5	4	2	2	0,5	опрос	
Раздел 2 «Принципы обеспечения надежности и диагностирование технических систем»	22,5	20	12	8	2,5	тест	
Тема 4: Принципы обеспечения надежности технических систем	6,5	6	4	2	0,5	опрос	
Тема 5: Диагностирование технических систем	8	7	4	3	1	опрос	
Тема 6: Неразрушающие методы контроля	8	7	4	3	1	опрос	
Зачет	36	-	-	-	-		+

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий		Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Промежуточная аттестация
			лекции	практические занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
Всего	72	32	18	14	4		36

2.2 Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Таблица 2 – Распределение учебных часов по разделам дисциплины

Наименование вида учебной нагрузки	Раздел 1	Раздел 2
Лекционные занятия	6	12
Практические занятия	6	8
Самостоятельная работа	1,5	2,5
Всего	13,5	22,5

2.3 Содержание дисциплины

Раздел 1 «Теория надежности и качественные показатели надежности технических систем»

Тема 1 «Введение, основные понятия надежности»

Лекция

Введение, основные понятия, определения. Терминология. История, состояние, перспективы и направления развития теории надежности. Надежность как комплексное свойство технических систем. Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации.

Основные понятия темы:

надежность – временная категория, надежность – комплексное свойство, сущность надежности.

Вопросы для самоконтроля:

1. Надежность. Основные понятия и определения.
2. Надежность как комплексное свойство технических систем.
3. Терминология.

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. История развития теории надежности.
2. Современное состояние теории надежности.
3. Подготовка доклада о современном состоянии теории надежности.
4. Изучение периодических изданий, касающихся вопросов надежности.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Основные задачи теории надежности.
2. Направления развития теории надежности.

Литература: [1]; [3].

Тема 2 «Теория надежности технических систем»

Лекция

Основы математической теории надежности. Понятие о случайной величине. Законы распределения случайных величин. Плотность распределения, понятие о дисперсии и математическом ожидании. Терминология теории надежности. Основные свойства надежности.

Основные понятия темы: случайная величина, распределение случайных величин, дисперсия, математическое ожидание.

Вопросы для самоконтроля:

1. Основы математической теории надежности.
2. Законы распределения случайных величин.
3. Функция распределения, плотность распределения случайных величин.
4. Характеристики случайных величин.
5. Основные свойства надежности.

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Методы определения основных показателей надежности.
2. Характеристики случайных величин.
3. Определение характеристик случайных величин.
4. Определение закона распределения случайной величины.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Понятие о дисперсии и математическом ожидании.
2. Терминология теории надежности.

Литература: [1]; [3]; [7].

Тема 3 «Качественные показатели надежности технических систем»

Лекция

Понятие работоспособности изделия в судостроении. Оценка работоспособности. Показатели работоспособности.

Понятие долговечности изделия в судостроении. Оценка долговечности. Показатели долговечности.

Понятие безотказности изделия в судостроении. Оценка безотказности. Показатели безотказности.

Понятия ремонтпригодности и сохраняемости изделий в судостроении. Оценка ремонтпригодности и сохраняемости. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости. Понятие о гамма-процентных показателях надежности.

Основные понятия темы: работоспособность, долговечность, безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость.

Вопросы для самоконтроля:

1. Понятие и оценка работоспособности.

2. Понятие и оценка долговечности.
3. Понятие и оценка безотказности.
4. Понятие и оценка ремонтпригодности и сохраняемости.
5. Понятие о гамма-процентных показателях надежности.

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Показатели безотказности.
2. Показатели долговечности.
3. Расчет показателей работоспособности.
4. Расчет безотказности.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Показатели ремонтпригодности.
2. Показатели сохраняемости.

Литература: [1]; [2]; [6]; [10].

Раздел 2 «Принципы обеспечения надежности и диагностирование технических систем»

Тема 4 «Принципы обеспечения надежности технических систем»

Лекция

Методы определения основных показателей надежности. Способы определения параметров двигателей (парциональный метод, без тормозной и тормозной методы).

Отказы, признаки отказов. Определение параметров потока отказов методами математической статистики. Статистическая информация. Определение параметров потока отказов по усредненным статистическим данным.

Метод выжигания дефектных элементов. Основные задачи теории надежности. Резервирование. Способы резервирования и объем резерва.

Формула большого резерва. Физический смысл формулы большого резерва. Применение формулы для целей обеспечения надежности.

Частные случаи формулы Пуассона. Геометрическая интерпретация формулы Пуассона. Применение формулы Пуассона для нужд двигателестроения с целью обеспечения контроля надежности серийной продукции.

Основные понятия темы: парциональный метод, без тормозной и тормозной методы, отказы, метод выжигания дефектных элементов, резервирование.

Вопросы для самоконтроля:

1. Методы определения основных показателей надежности.
2. Способы определения параметров двигателей.
3. Отказы, признаки отказов.
4. Метод выжигания дефектных элементов.
5. Физический смысл формулы большого резерва.

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Способы резервирования и объем резерва.
2. Частные случаи формулы Пуассона. Геометрическая интерпретация формулы Пуассона.

3. Определение параметров потока отказов методами математической статистики.

4. Определение параметров потока отказов по усредненным статистическим данным.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Применение формулы для целей обеспечения надежности.
2. Применение формулы Пуассона для нужд двигателестроения с целью обеспечения контроля надежности серийной продукции.

Литература: [1];[5];[8]; [9]; [10].

Тема 5 «Диагностирование технических систем»

Лекция

Сбор экспериментальных данных по надежности двигателей внутреннего сгорания. Способы оценки остаточного ресурса двигателя. Использование вычислительной техники для сбора текущей информации по двигателю с целью обеспечения безразборной диагностики и определение остаточного моторесурса.

Безразборная диагностика, ее применение в системе технического обслуживания по фактическому состоянию.

Применение компьютерных технологий для обеспечения безразборной диагностики. Вопросы текущего контроля работоспособности судовых дизелей. Задачи и принципы диагностирования сложных объектов судовой техники. Алгоритмы диагностирования. Техническая диагностика. Средства безразборной диагностики. Применение компьютерных технологий. Перспективы развития технической диагностики.

Основные понятия темы: безразборная диагностика, текущий контроль работоспособности судовых дизелей, алгоритмы диагностирования, техническая диагностика.

Вопросы для самоконтроля:

1. Способы оценки остаточного ресурса двигателя.
2. Применение безразборной диагностики в системе технического обслуживания по фактическому состоянию.
3. Вопросы текущего контроля работоспособности судовых дизелей.
4. Задачи и принципы диагностирования сложных объектов судовой техники.
5. Алгоритмы диагностирования.

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Сбор экспериментальных данных по надежности двигателей внутреннего сгорания.
2. Техническая диагностика. Средства безразборной диагностики. Применение компьютерных технологий.
3. Использование вычислительной техники для сбора текущей информации по двигателю с целью обеспечения безразборной диагностики и определение остаточного моторесурса.
4. Применение компьютерных технологий для обеспечения безразборной диагностики.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Средства безразборной диагностики.
2. Перспективы развития технической диагностики.

Литература: [1];[3];[4].

Тема 6 «Неразрушающие методы контроля»

Лекция

Технический контроль на предприятии. Дефекты изделий. Понятие о неразрушающих методах контроля. Эффективность неразрушающих методов контроля. Основные виды неразрушающих методов контроля. Визуально-оптические методы неразрушающего контроля. Магнитный метод неразрушающего контроля. Токовихревой метод неразрушающего контроля. Капиллярный метод неразрушающего контроля. Тепловые методы неразрушающего контроля.

Основные понятия темы: технический контроль, дефекты изделий, неразрушающие методы контроля.

Вопросы для самоконтроля:

1. Технический контроль на предприятии.
2. Понятие о неразрушающих методах контроля.
3. Основные виды неразрушающих методов контроля.

Практическое занятие

Вопросы для обсуждения:

1. Дефекты изделий.
2. Эффективность неразрушающих методов контроля.
3. Применение визуально-оптических методов неразрушающего контроля.
4. Применение тепловых методов неразрушающего контроля.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Применение магнитного метода неразрушающего контроля.
2. Применение токовихревого метода неразрушающего контроля.
3. Применение капиллярного метода неразрушающего контроля.

Литература: [1];[3];[10].

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка к текущему контролю знаний по дисциплине и промежуточной аттестации.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к практическим занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Надежность и диагностика технических систем» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень знаний, умений и навыков с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания знаний, умений и навыков на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования знаний, умений и навыков.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)

1. Надежность – временная категория.
2. Основы математической теории надежности.
3. Законы распределения случайных величин.
4. Функция распределения, плотность распределения случайных величин.
5. Характеристики случайных величин.
6. Основные законы теории надежности.
7. Методы определения основных показателей надежности.
8. Понятие отказов.
9. Определение параметров потока отказа методами математической статистики.
10. Определение параметров потока отказа по усредненным статистическим данным.
11. Основные задачи теории надежности.
12. Понятие и виды резервирования, формула большого резерва.
13. Количественные показатели долговечности.
14. Количественные показатели безотказности.
15. Значение и виды испытаний на надежность.
16. Определение вида закона распределения.
17. Оценка остаточного ресурса двигателя.
18. Показатели безотказности.

19. Показатели долговечности.
20. Показатели ремонтпригодности.
21. Показатели сохраняемости.
22. Показатели работоспособности.
23. Расчет безотказности.
24. Интегральные системы диагностирования.
25. Признаки и критерии отказа.

7. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Горелик Г.Б. Основы надежности судовых энергетических установок: учебное пособие. – Хабаровск: ТОГУ, 2007. – 137 с. (2 экз.)

Дополнительная литература

2. Лудченко Е.Ф. Обеспечение надежности судовых электронавигационных приборов. – М.: Транспорт, 1979. – 64с. (1экз.)

3. Безопасность и надежность технических систем / Л.Н. Александровская и др. – М.: Логос, 2008. – 376 с. (1 экз.)

4. Пюкке Г.А. К вопросу об использовании матричных преобразований при разработке методов диагностирования технических систем. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – 127 с. (23 экз.)

5. Смирнов О.Р. Надежность судовых энергетических установок. – Л.: Судостроение, 1974. – 279 с. (1 экз.)

6. Скильский О.П. Основы технологии ремонта корабельных энергетических установок: учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2001. – 136 с. (1 экз.)

7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшее образование, 2008. – 479 с. (1 экз.)

8. Захаров В.Г. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок: учебник. – М.: Транслит, 2009. – 256 с. (1 экз.)

9. Вартон А.Д. Дизельные двигатели (на англ. Яз.). – Great Britain: Type&Wear. – 108 с. (12 экз.)

10. Малафеев С.И., Копейкин А.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи, 2-е изд., 2016 г. [электронный ресурс]: СПб. – Изд-во Лань, ЭБС ЛАНЬ. (Электронный ресурс)

Методические указания

11. Швецов В.А. Надежность и диагностика технических систем: Программа курса и методические указания к изучению дисциплины для обучающихся направления подготовки 26.06.01 «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта», направленность (профиль) подготовки «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 15 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 3 – Ресурсы сети «Интернет»

№ п/п	Web-ресурс	Режим доступа
1	Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»	http://lkkamchatgtu.ru:8080
2	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	http://e.lanbook.com
3	Электронно-библиотечная система elibrary (периодические издания)	http://elibrary.ru
4	Электронно-библиотечная система «Юрайт»	http://www.biblio-online.ru
5	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru/

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

Лекции посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: основным понятиям; теоретическим основам надежности и диагностики технических систем; обсуждению вопросов, трактовка которых в литературе еще не устоялась либо является противоречивой. В ходе лекций обучающимся следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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.

Целью проведения практических занятий является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся, в том числе, в форме семинаров; на них обсуждаются вопросы по теме, разбираются конкретные ситуации из практики, проводится тестирование, обсуждаются доклады, проводятся опросы. Для подготовки к занятиям 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.

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

10.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 рабочей программы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

10.2 Перечень лицензионного программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Foxit Reader	Программа для просмотра электронных документов
Google Chrome	Браузер
Kaspersky Antivirus	Средство антивирусной защиты
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office	Программное обеспечение для работы с электронными документами
Антиплагиат	Система автоматической проверки текстов на наличие заимствований из общедоступных сетевых источников
7-zip	Архиватор
Microsoft Open License Academic	Операционные системы

10.3 Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий)

Наименование электронного ресурса	Адрес сайта
Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science	http://apps.webofknowledge.com
Международная реферативная база данных научных изданий Scopus	www.Scopus.com
Международная реферативная база данных научных изданий ASFA	www.fao.org
Международная система библиографических ссылок CrossRef	www.crossref.org

10.4 Перечень информационно-справочных систем

Наименование электронного ресурса	Адрес сайта
Справочно-правовая система Консультант Плюс	http://www.consultant.ru/online
Справочно-правовая система Гарант	http://www.garant.ru/online

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации учебная аудитория № 3-415 с комплектом учебной мебели на 22 посадочных места;
- для самостоятельной работы обучающихся – аудитория 3–410 (лаборатория схемотехники), оборудованная рабочими станциями с доступом к сети «Интернет» и комплектом учебной мебели;
- технические средства обучения для представления учебной информации большой аудитории: аудиторная доска, мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор).