

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Санкт-Петербургский институт машиностроения (ЛМЗ-ВТУЗ)

Кафедра «Триботехника»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ПИМаш по УР, профессор

_____ Ю.М. Зубарев

“ ” _____ 2007 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине "Техническая эксплуатация и надёжность промышленного оборудования"

для специальности

150302 "Триботехника "

С.-Петербург, 2007

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями
Государственного образовательного стандарта для специальности 150302
«ТРИБОТЕХНИКА»

Программу составил д.т.н., профессор _____ Л.В. Ефремов

Программа утверждена на заседании кафедры «ТРИБОТЕХНИКА»,

протокол № _____ “ _____ ” _____ 2007 г.

Заведующий кафедрой, д.т.н. профессор _____ М.А. Скотникова

Программа одобрена учебно-методической комиссией технологического
факультета _____

1 Цель, задачи дисциплины и ее место в учебном процессе

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Техническая эксплуатация и надёжность промышленного оборудования" является обучение студентов основам обеспечения надёжности техники во период технической эксплуатации с помощью нормирования системы технического обслуживания и ремонта (ТОР) машин и мониторинга их технического состояния на основе вероятностного моделирования процессов деградации эксплуатационных характеристик машин, включая процессы изнашивания узлов трения.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Для достижения указанной цели студенты должны:

изучить принципы планирования системы ТОР при разработке нормативной документации,

освоить методы мониторинга технического состояния (диагностирования) машин в процессе эксплуатации.

уметь решать задачи по п.п. 1.2.1 и 1.2.2 на основе специальных методов прогнозирования показателей надёжности (и прежде всего - долговечности),

при решении задачи по п. 1.2.3 учитывать как физическую, так и вероятностную природу процессов деградации состояния элементов машин, входящих в состав ПО. К таким процессам в первую очередь относится изнашивание узлов трения, что имеет прямое отношение к науке о триботехнике.

1.3 Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина "Техническая эксплуатация и надёжность промышленного оборудования" относится к дисциплинам, завершающих процесс профессиональной подготовки студентов, которая, в частности, базируется на блоке следующих дисциплин:

Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины (ГСЭ.00) - основы управления производством, маркетинг, менеджмент, экономика.

Математика (ЕН.01) - вероятность и статистика; элементарная теория вероятности; математические основы теории вероятности; статистические методы обработки экспериментальных данных.

Информатика (ЕН.02) - общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач,

Метрология, стандартизация и сертификация (ОПД.04) - характеристика средств измерения; оценка погрешностей при измерениях; электромеханические и электронные измерительные приборы; системы автоматического контроля и управления; техническая диагностика.

Машиноведение - конструкции машин; обслуживание систем, регулирование. техническое диагностирование и испытания

Физико-химические процессы при трении;

Механика деформирования и контактирования твердых тел;

Методы моделирования процессов в трибосистемах;

Основы теории смазки и смазочные материалы;

Основы автоматизированного проектирования;

Основы теории трения и изнашивания;

Современные технологии повышения износостойкости рабочих поверхностей деталей и др.

2 Структура и объем дисциплины

Структура и объем дисциплины определены учебными планами для смешанной (С) формы обучения.

В состав дисциплины входят следующие основные разделы:

Тема 1. Основные понятия о технической эксплуатации промышленного оборудования

Тема 2. Эксплуатационная надежность машин

Тема 3. Нормирование система TOP на основе моделирования деграционных процессов узлов трения

Тема 4. Мониторинг (диагностика) состояния машин при техническом обслуживании и ремонте.

Для освоения указанных разделов дисциплины учебным планом предусматриваются следующие виды занятий:

Лекции,

Лабораторные занятия,

Курсовое проектирование,

Консультации

Вид аттестации – зачет и экзамен.

3 Распределение часов

Распределение часов по семестрам. Форма обучения С
(Осенний семестр).

Таблица 1

Вид занятий	Часы Семестр 11	Нормы
Лекции	51	51 ч/пч
Курсовой проект + самостоятельная работа	17	4 ч/чел + 17 ч/гр
Лабораторные работы	34	17 ч/гр
Консультации	есть	10% от лекций
Экзамен	есть	0.5 ч/чел
Зачет	есть	0.3 ч/чел
Аудиторные занятия	102	

Распределение часов по разделам. Форма обучения С,
(Только осенний семестр).

Таблица 2

Вид занятий	Раздел				итого
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	
Лекции	12	14	12	13	51
Самостоятельная работа	2	6	6	3	17
Лабораторные работы	4	10	12	8	34
Аудиторные занятия	18	30	30	24	102

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Тематика лекций

Тема 1. Основные понятия о технической эксплуатации промышленного оборудования

Лекция Т1.1. Предмет и задачи курса. Цели и задачи технической эксплуатации в повышении эффективности коммерческой эксплуатации промышленного оборудования. Значение курса для подготовки специалистов по трибологии. Объем и содержание курса. Связь дисциплины с общенаучными, общеинженерными и специальными дисциплинами.

Лекция Т1.2. Содержание дисциплины. Промышленное оборудование относится к основным средствам народного хозяйства, с помощью которых обеспечивается коммерческая эффективность всех отраслей промышленности и транспорта. Промышленное оборудование любого предприятия или транспортного средства состоит из таких элементов, как сооружения, машины, механизмы и устройства. При этом экономические показатели машин зависят не только от функциональных показателей их использования, но и от уровня эксплуатационной надежности комплектующих элементов (деталей и узлов). В данной дисциплине все проблемы повышения надежности целесообразно в основном рассматривать применительно к узлам трения машин, подверженных изнашиванию.

Проблема обеспечения высокого уровня надежности машины должна решаться на всех стадиях его жизненного цикла, т.е. при проектировании, изготовлении, монтаже на объекте, эксплуатации и ремонте.

При проектировании и изготовлении машины эта проблема решается путем разработки грамотных конструктивно-технологических мер, которые изучались в рамках других дисциплин.

Лекция Т1.3. Понятия о технической эксплуатации. В этой дисциплине рассматриваются методы и средства обеспечения надежности в сфере технической эксплуатации, которая включает в себя процессы технического использования, технического обслуживания и ремонта. В первую очередь настоящая дисциплина направлена на организацию и управление двух технологических процессов – технического обслуживания и ремонта (ТОР) техники. Они образуют в своей совокупности производственный процесс, который имеет своей целью поддержание (за счет технического обслуживания) машин в исправном и работоспособном (за счет выполнения ремонтов) состоянии в течении всего срока службы до списания. В лекции по дисциплине даются признаки различия понятий и техническом обслуживании и ремонте.

Согласно законам философии, любой производственный процесс вообще и ТОР, в частности, должен содержать в себе три элемента:

труд как целесообразная деятельность человека;

предмет труда, на который направлена эта деятельность;

средства труда с помощью которых человек воздействует на предмет труда.

Если в коммерческой эксплуатации машина является средством воздействия на предмет (результат) труда, например на объем выработанной энергии двигателем, то в процессе технической эксплуатации машина сама становится предметом (объектом), на который направлен труд коллектива людей для восстановления требуемого качества машины.

В дисциплине рассматриваются две взаимосвязанные проблемы организации технической эксплуатации машины.

Первая проблема – организация работ по контролю и поддержанию исправного состояния машины в соответствии с выбранной стратегией ремонтов (ТОР).

Вторая проблема – выбор методов и средств диагностики (мониторинга) технического состояния элементов машины (включая узлы трения).

Лекция Т1.4. Организация технического обслуживания и ремонта.

Решение первой проблемы зависит от условий эксплуатации (класса) машины и степени ее влияния на безопасность эксплуатации объекта конечного использования (ОКИ), например автомобиля, корабля, цеха предприятия и пр.

Эта задача сводится к выбору стратегии и системы ТОР машины. Для ответственных машин (высших классов) следует выбирать систему планово-предупредительных ремонтов (ППР), согласованную с ремонтными циклами ОКИ. Для наименее ответственных машин (например, оборудования бытового назначения) работы по ТОР обычно выполняются по состоянию или по мере возникновения отказов. Имеется оборудование промежуточного класса, где применяются смешанные системы ТОР.

Лекция Т1.5. Формирование ремонтных циклов машин.

В данном разделе дисциплины излагаются основные термины и определения по тематике ТОР. В частности даются понятия о коде ремонтного цикла, видах плановых ремонтов (текущий, средний или капитальный) и их основных показателях (периодичность, трудоемкость, стоимость). Показаны методы расчета этих показателей.

Лекция Т1.6. Роль технической диагностики для эксплуатации машин.

Вторая проблема заключается в выборе и применении методов и средств безразборной диагностики (мониторинга) машины, что позволяет уточнять (прогнозировать) фактические сроки и объемы ремонтов по сравнению с нормативами ППР и получать за счет этого экономический эффект без снижения вероятности безотказной работы. При изучении этого вопроса в четвертом разделе содержания дисциплины особое внимание будет уделено выбору диагностических параметров и их допустимых значений, а так же повышению точности и достоверности средств и методов измерений. Ввиду большого разнообразия признаков деградации машин эту проблему целесообразно решать в сочетании с творческой инициативой студентов.

Тема 2. Эксплуатационная надежность машин

Лекция Т2.1. Основные понятия и определения теории надежности.

Фундаментальной основой решения проблем, указанных в предыдущем разделе, является теория надежности [], в которой учитывается как вероятностная, так и физическая сущность процессов деградации элементов машин, включая изнашивания узлов трения.

Базовыми при обосновании системы ТОР являются понятия о таких событиях, как повреждения и отказы деталей и узлов. Доказывается, что для планирования ТОР с целью предупреждения отказов важнейшее значение имеет изучение статистической информации о повреждениях и их вероятностное моделирование. Эту задачу предлагается решать на основе классификации повреждений и отказов. С точки зрения скорости изменения состояния объектов они условно подразделяются на постепенные и внезапные события. При рассмотрении последствий отказов повреждения разделяются на допустимые и недопустимые. Такая классификация позволяет осознано подходить к решению проблемы обеспечения безотказной работы машин за счет планирования ТОР путем моделирования процессов изнашивания деталей.

Лекция Т2.2. Показатели надежности машин.

Показатель надежности - величина, характеризующая одно из свойств (единичный показатель) или несколько свойств (комплексный показатель) надежности. К единичным показателям относятся показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. К комплексным показателям относятся коэффициенты технического использования и готовности. Для машин первого и второго класса с плановой системой ремонта первостепенное значение имеют показатели долговечности и ремонтпригодности, которые формируют ремонтные циклы изделия. Известно, что к показателям долговечности изделий относятся назначенные, средние, медианные, гамма-процентные ресурсы или сроки службы, однако выбор среди них подходящего показателя является сложной задачей. В лекции показано как следует решать эту

задачу в зависимости от свойств и условий использования рассматриваемой машины.

Лекция Т2.3. Показатели надежности элементов машины

При изучении надежности деталей и узлов машин важнейшее значение имеет понятие о предельном состоянии для любого деградационного процесса. Это понятие лежит в основе оценки таких параметров долговечности деталей, как срок службы или ресурс объекта. Под ресурсом поднимется продолжительность работы объекта от начала эксплуатации до наступления предельного состояния. Другим важнейшим положением изучения деградационных процессов, включая изнашивание, является их безусловный вероятностный характер. Под влиянием явно нестабильных технологических и эксплуатационных факторов (разброс износостойкости материала, нестабильность нагрузки, различия в качестве обслуживания и прочее) наблюдается значительное рассеивание (50 и более процентов) скорости изнашивания, поле которого накрывает теоретическую детерминированную картину износа и приводит к необходимости использования вероятностных показателей. К ним в первую очередь относятся вероятность не достижения предельного состояния и гамма - процентный ресурс. В лекции описываются принципы расчета этих показателей с использованием эмпирических и теоретических распределений вероятности.

Лекция Т2.4. Нормы надежности

Назначенные и средние ресурсы, а так же сроки службы машин и механизмов не должны быть ниже значений, достигнутых на лучших изделиях-аналогах. Норму рекомендуется устанавливать путем анализа технических условий на поставку и другой конструкторской и эксплуатационной документации. Если ресурсы и сроки службы устанавливаются впервые, можно использовать данные об изделиях - аналогах.

Требуемые ресурсы до капитального и среднего ремонта рекомендуется выбирать исходя из предположения, что за срок службы до списания должен быть произведен один или два капитальных ремонта, а в период между капитальными ремонтами - один или два средних ремонта.

Требования к ресурсам и срокам службы изделий не имеют смысла без одновременного указания допустимой безотказности изделий, включая

такой показатель как допустимый коэффициент готовности. В лекции рекомендуются значения в зависимости от требуемого уровня безотказности машины. При оценке коэффициента готовности должны учитываться только фактические отказы, т. е. отказы, приводящие к внеплановым простоям, не предусмотренным правилами технической эксплуатации и ремонта.

Важным показателем долговечности элементов изделий является вероятность не достижения предельного состояния. На основании литературных источников можно рекомендовать следующие допустимые значения вероятности 0.95 — для недопустимых неконтролируемых повреждений (например, уста-лостные трещины в ответственных деталях); 0.90 — для допустимых контролируемых усталостных повреждений поверхности (например, питтинг зубьев колес); 0.80 — для основных повреждений износового вида (износ в узлах трения, коррозионный износ и т. п.); 0.50 — для не основных повреждений (изменение формы поверхности из-за неравномерного изнашивания, риски, царапины и т. п.).

Однако на практике задачу оценки долговечности элементов изделия можно решить путем сравнения их гамма-процентных ресурсов с требуемым нормативным ресурсом R_n . При этом величина гамма соответствует указанным выше величинам.

Имеется большое различие в понятиях «вероятность отказа» и «вероятность достижения предельного состояния». Норма для вероятности отказа (или для вероятности безотказной работы) должна быть значительно жестче, чем для вероятности достижения предельного состояния. При возникновении отказа нарушается работоспособность машины с более или менее тяжелыми последствиями, а достижение назначенного уровня предельного состояния означает лишь необходимость выполнения тех или иных ремонтных работ.

Лекция Т2.5. Выборки и их эмпирические распределения

Гамма-процентные ресурсы определяются путем расчета параметров теоретических распределения вероятностей по исходным данным эмпирического распределения. В зависимости от плана испытаний эмпирические распределения могут быть получены для не цензурированных и цензурированных выборок по точкам и интервалам.

Поясняется сущность этих планов и демонстрируются программы построения эмпирических распределений.

Лекция Т2.6. Методы расчета гамма процентных ресурсов

В этой дисциплине для оценки долговечности узлов трения применяются не только (и не столько) нормальный закон, но и другие двухпараметрические законы распределения. Как показала практика, наилучшее согласие с эмпирическими выборками случайных событий имеют закон распределения Вейбулла и логнормальное распределение.

Демонстрируются программы оценки параметров теоретических распределений. После расчета параметров распределения и выбора закона по критерию согласия с эмпирическим распределением решается основная задача статистических исследований – оценка гамма процентных ресурсов для рассматриваемых процессов деградации. При этом учитываются допустимые значения вероятности не достижения предельного состояния. Показаны фрагменты программ решения этой задачи.

Лекция Т2.7. Методы оценки безотказности и комплексных показателей надежности машин

В отличие от показателей долговечности, прогнозируемых по данным о постепенных видах повреждений, показатели безотказности определяются как правило с помощью системы сбора информации о фактических внезапных отказах по данным из сферы эксплуатации машин. К показателям, которые характеризуют безотказность деталей и узлов, относится вероятность безотказной работы. Уровень безотказности машин в целом в большинстве случаев можно оценить по таким показателям, как наработка на отказ и коэффициент готовности. Формулы для расчета этих показателей базируются на экспоненциальном законе распределения вероятности.

Комплексные показатели надежности предназначены для оценки надежности машины в целом. Они определяются для всего срока ее службы машины с учетом затрат времени на все виды ТОР. Наиболее распространенным комплексным показателем является коэффициент технического использования, который характеризует долю времени фактической работы машины к календарному времени эксплуатации за весь срок службы. При этом календарное время представляет собой

сумму фактической работы машины, всех затрат времени на ТОР и работы по устранению последствий отказов. Кроме количественной оценки для повышения надежности необходимо собирать и изучать информацию об основных конструктивно-технологических недостатках машин.

Сбор и обработка информации об отказах машин представляет собой сложную проблему, которая решается в каждой отрасли промышленности и транспорта по своему. Основные направления использования результатов анализа надежности техники заключается не только в разработке нормативов ТОР, но и в принятии совместных с поставщиками машин решений по повышению качества техники, определения и устранение причин отказов.

Тема 3. Вероятностное моделирования надежности машин

Лекция Т3.1. Задачи вероятностного моделирования долговечности элементов машины. На стадии создания изделий проектант должен установить сроки службы (ресурсы) до ремонтов и списания изделия и принять конструктивно - технологические меры для обеспечения требуемого уровня безотказной работы в эти сроки. Для эксплуатации важнейшее значение имеет совершенствование документации по техническому обслуживанию и ремонту изделия. К ней можно отнести: правила и нормы проектирования и изготовления изделий, инструкции операционного контроля, режимы технологических процессов, инструкции по диагностированию и дефектации машин, нормы предельных зазоров и износов, нормативы сроков и объемов ремонта, нормы расхода запасных частей и другие. Указанные задачи можно корректно решать на основе построения и анализа соответствующих вероятностных моделей (ВМ) надежности элементов изделия, которые представляют собой зависимости вероятностей не свершения событий (отказов или повреждений, наступления сроков ремонта и пр.) от времени для основных деградационных процессов.

В данном разделе программы рассматриваются некоторые ВМ, основанные на двухпараметрических законах распределения и предназначенные для соответствующих объектов и условий применения.

При изучении этого вопроса студенты должны освоить алгоритмы и программы расчета на ЭВМ параметров вероятностной модели, а затем - назначенного ресурса и вероятности обнаружения рассматриваемого вида износа после заданной наработки.

Для выполнения практических занятий в процессе изучения этой темы имеется полное методическое и программное обеспечение.

Лекция Т3.2. Вероятностная модель типа «Веер». Эта модель применяется при обосновании нормативов сроков ремонта техники по выборкам данных об износах и или наработок до отказов узлов трения, полученных при сборе информации об обмерах большого числа однотипных изделий. Опыт показывает, что такие выборки имеют очень большой коэффициент вариации, что позволяет положить в основу данной модели простую линейную функцию. Поскольку в данном случае решается задача оценки ресурсов однотипных элементов изделия, то взамен скорости износа целесообразно использовать ее обратную величину – износостойкость. При изучении модели типа «Веер» демонстрируется влияние различных конструктивно-технологических и организационных факторов на гарантированную долговечность элемента изделия.

Лекция Т3.3. Вероятностная модель типа «Тренд». Эти модели широко применяются для изучения законов изменения состояний конкретных (а не обезличенных) экземпляров объекта при лабораторных или стендовых испытаниях, а так же - в процессе периодического мониторинга (диагностирования) машин и приборов. При изучении этой темы рассматриваются алгоритмы для двух в модели - с линейной или степенной характеристикой. Исходными данными для построения модели служат периодические измерения диагностического параметра после соответствующей наработки. При этом должны быть заданы граничные значения износов, т.е. номинальное (исходное) значение и допустимое значение. Еще одним ограничительным параметром в этой модели является назначенный ресурс, который является критерием оценки долговечности изделия. Завершает раздел о ВМ типа «Тренд» решение важного для практики вопроса оценки вероятности на нижней границе рассеивания ресурса, которая меньше среднего ресурса на величину среднеквадратичной ошибки.

Лекция Т3.4. Вероятностная модель типа «Усталость». Эта модель положена в основу оценки усталостной прочности и долговечности металлических деталей. В лекции обосновывается целесообразность применения для построения этой модели кривой выносливости со степенной характеристикой и нулевой асимптотой. Изучаются алгоритмы оценки гамма процентного ресурса на основе логнормального закона распределения.

Лекция Т3.5. Вероятностная модель экспоненциального типа. Эта модель основана на экспоненциальном законе распределения и применяется при оценке показателей безотказности машин. Изучаются методы и программы расчета этих показателей.

Лекция Т3.6. Вероятностная модель смешанного типа. В лекции рассматривается оригинальная ВМ безотказной работы, учитывающая как внезапные, так и постепенные износые отказы изделия. Эта модель образована на основе интеграла надежности с применением линейной функция интенсивности отказов

После подстановки решения данного интеграла получено распределение вероятности в виде суперпозиции двух распределений – экспоненциального (т.е Вейбулла при $b = 1$) и Релея (т.е. Вейбулла при $b = 2$). При этом первое слагаемое с $b = 1$ соответствует внезапным отказам с постоянной интенсивностью, а второе с $b = 2$ - постепенным износоевым отказам с линейно возрастающей интенсивностью. Путем решения соответствующего квадратного уравнения получена формула для расчета гамма - процентного ресурса. Такая вероятностная модель соответствует реальному формированию надежности многих изделий, которые одновременно подвержены как постепенным, так и внезапным процессам изменения их состояния. Демонстрируются программа расчетов для этой смешанной модели.

Тема 4. Мониторинг (диагностика) состояния машин при техническом обслуживании и ремонте

Лекция Т4.1. Цели и задачи контроля технического состояния техники при эксплуатации и ремонте машин. Три направления работ по контролю технического состояния: функциональный контроль, дефектация и

техническая диагностика. Их назначение и отличия друг от друга. Роль контроля технического состояния для обеспечения надежности.

Лекция Т4.2. Понятие о диагностических параметрах (ДП) и их классификация. Обобщенные и частные ДП. Номинальные, допустимые и предельные значения ДП. Зоны работоспособности машины.

Лекция Т4.3. Методика прогнозирования технического состояния с использованием ЭВМ. Получение исходных данных об изменении диагностического параметра со временем. Методика и программа расчета параметров изменения диагностического параметра и остаточного ресурса.

Лекция Т4.4. Средства технической диагностики (ТД) и их классификация. Штатные, специальные, универсальные и специализированные средства ТД. Устройство средств ТД и их основные элементы.

Лекция Т4.5. Методы технической диагностики. Описание методов ТД: параметрического, инструментального. по герметичности замкнутых полостей, электрические и электромагнитные, виброакустические, теплоизмерительные, по содержанию продуктов износа в масле и газах и другие. Особенности ТД двигателей внутреннего сгорания и других машин, механизмов и устройств. Примеры разработки приборного, методического и программного обеспечения новых методов диагностирования.

Лекция Т4.6. Перспективы развития ТД в совокупности с компьютерными технологиями. Требования к контролепригодности техники.

Распределение часов по темам лекций для формы обучения С дано в табл.3.

Таблица 3

Темы				Итого
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	
12	14	12	13	51

4.2 Лабораторные работы

Тема Р1. Система ТОР машины

Задание Р1-1. Формирование базы исходных данных для анализа ТОР машины

Задание Р1-2. Составление и расчет ремонтного цикла машины

Тема Р2. Статистический анализ информации о случайных событиях

Задание Р2-1. Расчет основных статистических моментов нецензурированной выборки случайных событий

Задание Р2-2. Построение эмпирических распределений вероятности для нецензурированной выборки случайных событий

Задание Р2-3. Построение эмпирических распределений вероятности для цензурированной выборки случайных событий

Задание Р1-4. Расчет параметров теоретических распределений по данным эмпирического распределения вероятности

Тема Р3. Анализ нормативного ресурса узла трения машины

Задание Р3-1. Формирование постоянных и переменных исходных данных о наработках узла до предельного износа.

Задание Р3-2. Вероятностная оценка соответствия износостойкости узла нормативным требованиям.

Задание Р3-3. Анализ влияния качества ремонта и эксплуатации на нормативный ресурс узла трения.

Тема Р4. Прогнозирование технического состояния узла трения по результатам диагностирования машины

Задание Р4-1. Обоснование диагностических параметров и методики их измерений

Задание Р4-2. Формирование векторов изменения диагностического параметра по мере выполнения диагностирования узла

Задание Р4-3. Оценка и прогнозирование остаточного ресурса узла трения

Распределение часов лабораторных работ для формы обучения С дано в табл.4.

Таблица 4

Тема	Задание	Часы
Тема Р1 4 ч.	Р1-1	2
	Р1-2	2
Тема Р2 10 ч.	Р2-1	2
	Р2-2	2
	Р2-3	2
	Р2-4	4
Тема Р3 12 ч.	Р3-1	4
	Р3-2	4
	Р3-3	4
Тема Р4 8 ч.	Р4-1	2
	Р4-2	2
	Р4-3	4
Итого		34

4.3 Курсовой проект

В рамках данной дисциплины студенты должны разработать курсовой проект на тему «Моделирование и мониторинг изнашивания детали (указать) при эксплуатации машины (указать)».

Примерное содержание курсового проекта дано в табл. 5.

Таблица 4

Раздел курсового проекта	Листов
Введение	1
Первый. раздел. Описание объекта исследования	7 в т.ч.
1.1 Основные характеристики машины	1
1.2 Конструкция и условия работы узла трения	3
1.3 Ремонтный цикл машины и распределение ее элементов по видам ремонта	3
Второй. раздел. Оценка долговечности узла трения машины	10 в т.ч.
2.1 Исходные данные и методика исследования	4
2.2 Построение опытного распределения вероятностей.	2
2.3 Расчет параметров распределения и гамма -процентного ресурса.	3
2.4 Оценка соответствия ресурса узла трения параметрам ремонтного цикла машины	1
Третий. раздел. Анализ методов повышения износостойкости детали	4
Четвертый. раздел. Узловой вопрос. Мониторинг изнашивания детали при эксплуатации машины	10
Итого страниц (ориентировочно)	30

Пояснительная записка курсового проекта должна содержать:

1. Титульный лист
2. Аннотация

3. Оглавление (см. Выше),
4. Основной текст с указанными разделами,
5. Список использованной литературы.

Графическая часть курсового проекта должна содержать:

1. Эскиз цилиндровой втулки или дизеля
2. Схема ремонтного цикла машины и его элементов,
3. Графики опытного и теоретического распределения,
4. Иллюстрации по узловому вопросу проекта

В качестве исследуемого объекта студент может применить машину и деталь, выбранную по собственной инициативе из литературы или проектной документации. Вторым вариантом выбора объекта исследования – использование двигателя внутреннего сгорания (дизеля) по учебному пособию для курсового проектирования. Для прогнозирования ресурса исследуемой детали машины в качестве исходных данных может быть применена выборка измерений износостойкости во времени, получаемая с помощью генератора случайных чисел (по специальной программе на ЭВМ).

5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1 Основная литература

1. *Ефремов Л.В. Практикум по расчетам надежности судовой техники: Учеб. пособие. — Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 1999.— 22 с.*
2. *Ефремов Л.В. Курсовое проектирование по дисциплине «Техническая эксплуатация и надёжность промышленного оборудования». Учебное пособие. СПб.: ЛМЗ-ВТУЗ, 2007. ??? с. . (в разработке).*
3. *Ефремов Л.В. Практика инженерного анализа надежности судовой техники. Л.: Судостроение, 1980. 178 с.*
4. *Ефремов Л.В. Теория и практика исследований крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий. — СПб.: Наука, 2007. 276 с.*
5. *Ивановский Р.И. Теория вероятностей и математическая статистика. — СПб.: ВНУ, 2008. — 528 с.*
6. *Методы и средства технической диагностики судовых технических средств / Л.В. Ефремов .-М., 1992.-40 с.:ил.- (Рыбн. хозво. Сер.*

- Эксплуатация флота. Судостроение: Обзорная информация / ВНИЭРХ; Вып.6).*
7. *Надежность в технике. Термины и определения. ГОСТ27.002-83-М, ГК СССР по стандартам,1983-3*
8. *Проников А.С. Надежность машин. М.;Машиностроение,1978.-590с*

5.2Дополнительная литература

9. *Гальянов А.П. Технология и организация судоремонта в рыбной промышленности. М.: Агропромиздат, 1988.- 420 с.*
10. *ДИЗЕЛИ. Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. Под общей ред. В.А. Ваншейдта, Н.Н. Иванченко, Л. К. Коллерова Л. Машиностроение, 1977.*
11. *Ефремов Л. В., Черняховский Э. Р. Надежность и вибрация дизельных установок промысловых судов. М.: Пищевая промышленность,1980. 232*
12. *Руководство по техническому надзору за судами в эксплуатации/Регистр СССР .-Л.: Транспорт. 1985.-415 с.*
13. *Рябинин И.А., Киреев Ю.Н. Надежность судовых электроэнергетических систем и судового электрооборудования: Учебник для вузов. — Л.: Судостроение, 1974. —264 с.*

5.3Электронные издания и материалы

Для проведения лекционных и лабораторных занятий создается электронное издание материалов на компакт диске (CD-R):

Ефремов Л.В. Техническая эксплуатация и надёжность промышленного оборудования. Комплекс учебно-методических материалов. Электронное издание. СПб.: ЛМЗ-ВТУЗ, 2007 (в доработке).

Это электронное издание содержит следующие материалы:

Презентация лекционных занятий по курсу в редакторе Office PowerPoint, оснащенную гиперссылками со всеми электронными версиями учебных пособий и литературы, размещенными на диске.

Электронные копии учебных пособий и литературы, созданных автором курса, а именно:

14. *Практикум по расчетам надежности судовой техники: Учеб. пособие. — Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 1999.— 22 с. (два варианта с расширениями doc и PDF)*
15. *Ефремов Л.В. Практика инженерного анализа надежности судовой техники. Л.: Судостроение, 1980. 178 с. (PDF)*
16. *Ефремов Л.В. Теория и практика исследований крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий. — СПб.: Наука, 2007. 276 с. (PDF)*
17. *Методы и средства технической диагностики судовых технических средств / Л.В. Ефремов .- М., 1992. (PDF)*
18. *Ефремов Л.В. Курсовое проектирование по дисциплине «Техническая эксплуатация и надёжность промышленного оборудования». Учебное пособие. СПб.: ЛМЗ-ВТУЗ, 2007. (PDF).*
19. *Термины и определения по надежности. Справочное учебное пособие. /Ефремов Л.В. Мурманск 1996 (PDF)*
20. Компьютерные программы расчетов в математическом редакторе MathCAD, а именно:
21. 12 файлов с примерами вероятностных расчетов всех задач по учебному пособию [2] и [5.3.2.1].
22. Файлы с программами расчета крутильных колебаний силовых установок
23. Файл с программой диагностирования демпфера крутильных колебаний и др.

1 Техническое оснащение рабочих мест обучения

Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная компьютерным проектором и переносным ПК (ноутбуком типа Пентиум 4) для демонстрации сложных лекционных материалов (презентаций, слайдов, чертежей, ауди- и видео фрагментов, кинофрагментов и др.

Для проведения практических и лабораторных занятий, а так же НИРС требуется класс с пятью персональными компьютерами типа Пентиум 4

Персональные компьютеры по п. 6.1. и 6.2. должны быть оснащены лицензионными оболочками следующих системных программ:

Microsoft Windows XP;

Microsoft Office (включая Microsoft Office Excel, Microsoft Office Word, Microsoft Office PowerPoint и др.) ;

Adobe Acrobat (для создания и чтения файлов с расширением PDF);.

CorelDRAW 12 Graphics Suite (включая CorelDRAW 12, Corel PHOTO-PAINT 12, Corel CAPTURE 12);

Математический редактор Mathcad 13 или 14 (не хуже)

CyberLink PowerDVD для просмотра кинофильмов,

Автоматизированный переводчик , например - PROMT