

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова»

С.Г. Гурьянов

ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Пермь
ИТЦ «Прокрость»
2020

УДК 631.372.004.
ББК 40.7
Г 959

Рецензенты:

Трутнев Н.В., кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственных машин и оборудования, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.
Кучков С.Б., кандидат экономических наук, доцент кафедры технического сервиса и ремонта машин, ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.

Г 959 Гурьянов, С.Г.

Основы теории надёжности : Методические указания для самостоятельной работы обучающихся / С.Г. Гурьянов ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. - 30 с.

В методических указаниях для самостоятельной работы обучающихся приведены общие методические указания по самостоятельному изучению дисциплины, представлены вопросы для самоконтроля.

Методические указания предназначены для обучающихся очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

**УДК 631.372.004.
ББК 40.7**

Утверждено в качестве методических указаний для самостоятельной работы обучающихся Методической комиссией инженерного факультета ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ (протокол № 2 от 13 октября 2020 г.)

© ИПЦ «Прокрость», 2020
© Гурьянов С.Г., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
1.1 Рекомендации по самостоятельному изучению разделов и тем дисциплины.....	6
2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ.....	8
Раздел I. Математические методы теории надежности.....	8
Тема 1 Основные понятия и определения.....	8
Тема 2 Структура надежности.....	9
Тема 3 Оценочные показатели надежности ТТМК.....	10
Тема 4 Математические методы теории надежности.....	10
Раздел II. Физические основы надежности.....	13
Тема 5 Физические основы надежности ТТМК.....	13
Тема 6 Методы расчета показателей надежности.....	14
Тема 7 Надежность сложных систем.....	16
Тема 8 Показатели качества и методы их определения....	17
Тема 9 Испытания ТТМК на надежность.....	17
Тема 10 Основные направления повышения надежности ТТМК.....	18
Вопросы для подготовки к зачёту.....	20
Критерии оценки зачёта.....	23
Заключение.....	25
Библиографический список	26
Электронные ресурсы	27

Введение

Методические указания предназначены для помощи в самостоятельном изучении дисциплины «Основы теории надежности» обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин. Основной целью методических указаний для самостоятельной работы обучающихся является стимулирование к творческим видам деятельности и формирование мотивации к самообразованию в общей системе обучения, повторение и закрепление изучаемого материала по разделам дисциплины.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся дисциплине составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Основы теории надежности», разработанной в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, направленность (профиль) «Сервис автомобилей и транспортно-технологических машин» (уровень бакалавриата) и учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.

В методических указаниях для самостоятельной работы обучающихся приведены рекомендации по организации самостоятельного изучения дисциплины «Основы теории надежности», содержание тем дисциплины, вопросы и задания для самоконтроля, задачи для решения, вопросы для подготовки к зачету, список литературы для изучения дисциплины, перечень электронных баз и ресурсов, использование которых позволит найти необходимую при изучении дисциплины информацию.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Рекомендации по самостоятельному изучению разделов и тем дисциплины

В ходе самостоятельной работы при изучении дисциплины «Основы теории надёжности» обучающимся рекомендуется, используя основные учебники и дополнительную литературу, составить конспект по темам, выписать основные термины, ответить на вопросы и выполнить задания.

Самостоятельная работа - планируемая учебная работа, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачами организации самостоятельной работы обучающихся являются:

- развитие способности работать самостоятельно;
- формирование самостоятельности мышления и принятия решений;
- стимулирование самообразования;
- развитие способности планировать и распределять свое время.

К основным видам самостоятельной работы относятся:

- чтение основной и дополнительной литературы по дисциплине,
- подготовка к практическим занятиям,
- выполнение творческих заданий,
- подготовка докладов и тематических сообщений.

Виды самостоятельной работы обучающихся определяются содержанием учебной дисциплины, степенью подготовленности обучающихся.

Эта работа может также включать в себя:

- составление конспекта по вопросам;
- самостоятельное изучение рекомендованных преподавателем источников литературы, составление схемы пройденного материала;
- решение задач по теме; создание материалов - презентаций; выполнение творческой работы; подготовку к промежуточной аттестации.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

- готовность обучающихся к самостоятельному труду;
- мотивация получения знаний;
- наличие и доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- система регулярного контроля качества выполненной самостоятельной работы;
- консультационная помощь преподавателя.

Самостоятельная работа обучающихся складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, нормативными материалами, тематическими журналами, дополнительной литературой, в том числе материалами из Интернета, а также проработка конспектов лекций;
- участие в работе студенческих научных конференций;
- написание докладов, рефератов, составление графиков, таблиц, схем, чертежей;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Творческие задания носят факультативный характер и предназначены для развития творческого, нестандартного мышления, для углублённого освоения отдельных, наиболее важных тем дисциплины.

Подготовка к лекционным и практическим занятиям включает в себя доработку конспекта лекции, ознакомление с рекомендованной преподавателем литературой, отработку вопросов, рекомендованных к рассмотрению на аудиторном занятии, подготовку реферативного или фиксированного доклада.

К самостоятельному выполнению заданий следует приступать после прочтения теоретического материала методических указаний.

Для ответов на многие вопросы необходимо обратиться к нормативным и правовым документам, а также посетить тематические сайты в интернете специализированных в области стандартизации и качества государственных органов и негосударственных организаций. При возникновении затруднений с выполнением самостоятельных заданий обучающийся может проконсультироваться у преподавателя.

При первом ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить логику и основную мысль автора. При вторичном прочтении целесообразно акцентировать внимание на основных, ключевых вопросах темы. При этом рекомендуется законспектировать неясные вопросы, чтобы задать их преподавателю.

Для закрепления материала можно попытаться объяснить какой-либо вопрос одному из однокурсников или провести дискуссию в группе на предмет одной из изучаемых тем.

Контроль результатов работы осуществляется в виде ответов на вопросы для самоконтроля. Если в процессе самостоятельной работы возникают затруднения (непонимание отдельных положений дисциплины, трудности в решении задач и др.), обучающемуся следует обратиться за консульта-

цией на кафедру к преподавателю, ведущему занятия в соответствующей группе.

Основная форма контроля знаний по окончании изучения дисциплины - это зачет.

В ходе самостоятельной работы при изучении дисциплины «Основы теории надежности» обучающимся рекомендуется, используя основные учебники и дополнительную литературу, составить конспект по темам, выписать основные термины, ответить на вопросы, решить задачи.

Конспект (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) - представляет собой обзор информации, содержащийся в объекте конспектирования, в более краткой форме. В конспекте должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы, аргументы, этапы доказательства и выводы. Ценность конспекта значительно повышается, если обучающийся излагает мысли своими словами, в лаконичной форме.

Особо значимые места, примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамку, пометками на полях, чтобы акцентировать на них внимание и прочнее запомнить.

Работа выполняется письменно. Контроль проводится в виде проверки конспектов преподавателем.

Внутри каждой темы обучающимися выделяются базовые (ключевые) слова-понятия и слова-термины, которые станут основой будущего словаря терминов по дисциплине. Кроме ключевых (базисных, относящихся к данной дисциплине, обязательных для включения по данному предмету), выделяются термины и понятия, не относящиеся к данной дисциплине, но фигурирующие в учебном процессе.

Составление словаря терминов и понятий - это формирование «понятийного минимума» по дисциплине, который позволит обучающемуся осуществлять коммуникативную деятельность в более широком профессиональном поле.

Основная роль словаря терминов - системное овладение терминами. Работа с подобным словарем развивает навыки логического оперирования: умение находить общее и частное, разграничивать часть и целое. Словарь призван активизировать самостоятельную и исследовательскую работу обучающихся.

Контроль словаря терминов осуществляется в виде самостоятельных работ (не более 5-7 минут), а также в грамотном использовании терминов обучающимися при докладах по дисциплине.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

Раздел I. Математические методы теории надежности

Тема 1 Основные понятия и определения

1. Содержание темы

Надежность как наука о причинах нарушения, поддержания и восстановления работоспособности. Понятия о качестве и надежности. Техническое состояние объекта. Физическое и моральное старение объектов. Сроки обновления объектов. Критерии предельного состояния. Классификация отказов. Примеры. Граф состояния объекта.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Раскройте понятия качества, надежности и работоспособности технических систем.
2. Какие проблемы изучает наука о надежности?
3. На каких отраслях знаний базируется наука о надежности?
4. Какие виды технических состояний составляют жизненный цикл машин?
5. Приведите классификацию отказов.
6. В чем состоит основное отличие постепенных отказов от внезапных?

Тема 2 Структура надежности

1. Содержание темы

Безопасность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Различие между безотказностью и долговечностью. Требования к ремонтпригодности ТТМК, зависимость ресурса объектов от качества хранения. Постановка техники на хранение.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Какими свойствами характеризуется надежность изделий?
2. Что понимают под безотказностью технических систем и какими показателями оценивается это свойство надежности?
3. Раскройте понятие долговечности изделий. Какие показатели служат для ее оценки?
4. Укажите взаимосвязь между вероятностью безотказной работы $P(t)$, вероятностью отказов $F(t)$ и плотностью распределения $f(t)$.
5. Что понимают под гамма-процентным ресурсом объекта и как он определяется?
6. Что такое ремонтпригодность? Какие показатели служат для ее оценки?
7. Раскройте понятие сохраняемости. Какими показателями можно оценить это свойство надежности?
8. Какие показатели используются для комплексной оценки надежности технических систем?
9. Какими показателями можно оценить надежность парка автомобилей?
10. Приведите методику оценки показателей надежности по статистическим данным.

Тема 3 Оценочные показатели надежности ТТМК

1. Содержание темы

Единичные и комплексные показатели надежности. Расчетные формулы. Связь между показателями надежности. Нормативные показатели надежности автотракторной техники. Методы их нормирования.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Дайте определение показателя надежности.
2. Перечислите и поясните показатели долговечности.
3. Перечислите показатели безотказности объекта и поясните, чем отличаются статистическая (выборочные оценки) и вероятностная форма (определения).
4. Поясните «схему испытаний» объекта при определении выборочных оценок показателей безотказности.
5. Перечислите показатели безотказности объекта и поясните в чем отличия статистических оценок от вероятностной формы их представления.
6. Дайте определение вероятности безотказной работы (ВБР) объекта и поясните ее смысл.
7. Чем отличается ВБР объекта к наработке t от ВБР в интервале наработки $[t, t + \Delta t]$?
8. Дайте определение плотности распределения отказов (ПРО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта.
9. Дайте графическую интерпретацию понятий ВБР и вероятности отказов (ВО).
10. Дайте определение интенсивности отказов (ИО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта.

Тема 4 Математические методы теории надежности

1. Содержание темы

Случайные величины. Методы математической статистики. Законы распределения случайных величин. Определение вероятности внезапного отказа. Область применения теоретических законов распределения при изучении вопросов надежности автотракторной техники. Определение показателей надежности на стадии проектирования, производства, эксплуатации.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Что представляет математическая модель, и для каких целей она используется в задачах надежности?

2. Из каких условий выбирается закон распределения наработки до отказа объекта?

3. В чем заключается постановка задачи при испытаниях объектов на надежность?

4. Что представляет собой процедура формирования статистического ряда по результатам испытаний?

5. Какие эмпирические функции рассчитываются при обработке результатов испытаний?

6. В чем заключается выбор закона распределения наработки до отказа по результатам испытаний?

7. Что представляет собой критерий согласия?

8. Объясните, почему распределение Гаусса называется нормальным.

9. Поясните на изменении кривой плотности распределения отказов влияние параметров распределения математического ожидания и дисперсии.

10. Приведите расчетные выражения для показателей безотказности, определенные через табличные функции $f(x)$, $F(x)$ и $\Phi(x)$.

11. При каких условиях корректно использовать классическое нормальное распределение, и в каких случаях целесообразно применять усеченные нормальные распределения?

3. Решить задачи:

Наработка до отказа серийно выпускаемой детали распределена нормально с параметрами: $T_0 = M(T) = 104$ час, $S = S(T) = 250$ час. Определить:

1) вероятность того, что при монтаже прибора в него будут поставлены детали, наработка до отказа которых будет находиться в интервале $[5000, 9000]$ час;

2) вероятность того, что при монтаже прибора в него будут поставлены детали, наработка до отказа которых будет находиться в интервале $[T_0 - 3S, T_0 + 3S]$;

3) вероятность того, что безотказно проработав до момента времени 5000 час, деталь безотказно проработает и до 9000 час.

2. Комплектуемая деталь, используемая при изготовлении устройства, по данным поставщика этой детали имеет нормальное распределение наработки с параметрами: $T_0 = 4 \cdot 10^3$ час, $S = 800$ час. Определить интересующую конструктора прибора:

1) наработку до отказа, соответствующую 90% надежности детали;

2) вероятность того, что при монтаже деталь имеет наработку, лежащую в интервале $[2.5 \cdot 10^3, 3 \cdot 10^3]$;

3) вероятность того, что при монтаже деталь имеет наработку, большую, чем $2.5 \cdot 10^3$ час.

Раздел II. Физические основы надежности

Тема 5 Физические основы надежности ТТМК

1. Содержание темы

Трение и смазка деталей машин. Виды трения и изнашивания. Усталостное разрушение деталей машин. Методы снижения интенсивности абразивного изнашивания. Эффект безизносности. Методы повышения усталостной прочности. Методы и средства борьбы с коррозией, накипью, отложениями.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Назовите основные причины, вызывающие отказы и повреждения машин.

2. Приведите основные виды трения рабочих поверхностей машин.

3. Какими количественными показателями оценивается процесс трения?

4. Раскройте физическую сущность изнашивания.

5. Какие виды деформирования и разрушения возникают при изнашивании?

6. Приведите основные и сопутствующие процессы изнашивания.

7. Раскройте сущность процесса пластического деформирования материала деталей.

8. Приведите основные виды деформаций в зависимости от прилагаемых нагрузок.

9. Какие физические процессы приводят к усталостному разрушению деталей?

10. Какими характеристиками оценивается долговечность деталей, работающих в условиях переменных нагрузок?

11. Приведите основные факторы, оказывающие влияние на выносливость металла.

12. Что понимается под коррозионным разрушением?

13. Объясните сущность химических и электрохимических процессов коррозии.

14. Какие виды коррозионного разрушения возникают в деталях машин?

15. Какие способы защиты деталей от коррозионного разрушения используются в современном машиностроении?

Тема 6 Методы расчета показателей надежности

1. Содержание темы

Модели отказов. Методика обработки информации о надежности объектов. Выбор теоретического закона распределения. Расчет дифференциальной и интегральной функций распределения. Расчет коэффициента корреляции. Расчет коэффициента парной корреляции. Критерии согласия: Пирсона χ^2 , критерий Романовского и др.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Назовите основные числовые характеристики распределения случайной величины наработки.

2. Что понимают под законом распределения случайной величины?

3. Объясните физический смысл обобщенных зависимостей $P(t)$ и $F(t)$.

4. Раскройте физический смысл дифференциальной функции распределения случайной величины $f(t)$.

5. Какие основные законы распределения используются для обработки информации о надежности автотранспортных средств?
6. Назовите параметры нормального и экспоненциального законов распределения.
7. Какие отказы описываются нормальным законом распределения?
8. Что понимают под центрированием и нормированием нормального распределения?
9. Какие отказы описываются распределением Вейбулла?
10. Приведите порядок обработки информации о надежности.
11. Как определяются параметры статистического ряда распределения: размах выборки R , число интервалов k и величину интервала h ?
12. Как изменяются по наработке плотность распределения $f(t)$ и интенсивность отказов $\lambda(t)$ для распределения Вейбулла?
13. Постройте графики интегральной функции распределения отказов $F(t)$ и вероятности безотказной работы $P(t)$ для экспоненциального и нормального законов распределения.
14. Как проверяется гипотеза о принадлежности опытных данных выбранному распределению с помощью критерия согласия χ^2 ?

Тема 7 Надежность сложных систем

1. Содержание темы

Надежность типовых элементов машин. Вероятность безотказной работы сложных систем с последовательным, параллельным и смешанным соединением. Резервирование.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Что такое структурная схема надежности?
2. Что такое математическая модель расчета надежности?
3. Какие виды резервирования существуют. В чем отличие нагруженного и ненагруженного резервирования?
4. Что такое кратность резервирования и в чем отличие целой и дробной кратности?
5. Что такое основная система и в чем состоит условие ее безотказной работы?
6. Как определяются показатели безотказности основной системы: ВБР и ИО?
7. Как определяются показатели безотказности основной системы: ПРО и МО наработки до отказа?
8. Какой закон распределения наработки до отказа будет иметь основная система, если законы распределения наработки до отказа элементов являются экспоненциальными (привести доказательство)?
9. В чем заключается необходимость распределения норм надежности между элементами основной системы?
10. Какие существуют способы распределения норм надежности между элементами основной системы, и чем они отличаются?

Тема 8 Показатели качества и методы их определения

1. Содержание темы

Качество объекта. Классификация показателей качества. Методы определения. Оценка уровня качества отремонтированных объектов. Характеристика методов. Научное планирование экспериментов.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Перечислите показатели качества объекта.
2. Что понимается под качеством объекта?
3. Что такое коэффициент дефектности?
4. Перечислите методы определения показателей качества.
5. Поясните порядок оценки уровня качества отремонтированных объектов.

Тема 9 Испытания ТТМК на надежность

1. Содержание темы

Назначение испытаний. Классификация видов испытаний. Планирование. Планы испытаний. Определение количества объектов испытаний. Стадии контроля. Испытание на коррозионную стойкость. Методы и средства диагностирования технического состояния объекта и прогнозирование надежности. Организация и проведение испытаний.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Поясните как назначаются испытания.
2. Как определяется объем представительной выборки обследования?
3. Какие виды испытаний сельскохозяйственной техники Вы знаете?

4. Что должно быть отражено в планах испытаний на надежность?
5. Как осуществляется сбор и обработка информации о надежности автомобилей в условиях эксплуатации?
6. С помощью каких критериев согласия проверяются гипотезы о принадлежности опытных данных выбранному закону распределения?
7. Какие основные законы распределения используются для обработки информации о надежности автотранспортных средств?
8. Как определяются показатели надежности при незавершенных испытаниях?

Тема 10 Основные направления повышения надежности ТТМК

1. Содержание темы

Методы повышения надежности машин при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте. Экономическая эффективность мероприятий по повышению надежности ТТМК.

2. Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Какие стадии включает процесс проектирования машины?
2. Перечислите основные конструктивные методы обеспечения надежности машин.
3. Приведите основные принципы компоновочного решения машины.
4. Какие требования предъявляются к материалам деталей, используемым в парах трения?

5. Перечислите основные антифрикционные материалы, применяемые в автомобилестроении.
6. Какие требования обеспечения ремонтпригодности предъявляются к современным автомобилям?
7. С какой целью используют резервирование элементов и систем автомобиля?
8. Перечислите наиболее важные технологические мероприятия повышения надежности автотранспортных средств.
9. Какие требования предъявляются к технологическим процессам изготовления деталей?
10. Какие методы упрочнения рабочих поверхностей деталей применяются в современном автомобилестроении?
11. Назовите преимущества механической обработки деталей пластическим деформированием.
12. В чем заключается различие между объемной и поверхностной закалкой деталей?
13. Объясните различие между термической и химико-термической обработкой деталей?
14. Какие методы упрочнения деталей химико-термической обработкой применяются в автомобилестроении?
15. В чем заключается сущность упрочнения деталей нанесением специальных покрытий?
16. Какие способы нанесения покрытий используют для упрочнения рабочих поверхностей деталей?

Вопросы для подготовки к зачёту

1. Физическое и моральное старение машин в процессе эксплуатации.
2. Надежность как наука о причинах нарушения, поддержания и восстановления работоспособности.
3. Понятие о качестве и надежности машин. Роль надежности в производстве.
4. Виды объектов. Состояния объекта.
5. Понятие о ремонте, ресурсе, наработке.
6. Структура надежности, составляющие ее свойства.
7. Безотказность и ее показатели.
8. Классификация отказов по причине и сложности.
9. Долговечность и ее показатели. Различие между безотказностью и долговечностью.
10. Ремонтпригодность, свойства объекта, характеризующие ремонтпригодность.
11. Сохраняемость, ее показатели. Зависимость ресурса от качества хранения.
12. Оценочные показатели надежности машин.
13. Комплексные показатели надежности машин.
14. Числовые характеристики случайной величины.
15. Основные теоремы теории вероятности, применяемые в надежности машин.
16. Определение вероятности внезапного отказа.
17. Модели отказов и соответствующие им законы распределения.
18. Процессы и явления, приводящие к нарушению работоспособности машин.
19. Повреждение, отказ, критерии предельного состояния.

20. Виды трения и изнашивания.
21. Классы и разряды износостойкости. Применение их при проектировании, изготовлении и эксплуатации.
22. Определение качества объекта. Показатели.
23. Оценка качества объектов. Коэффициент дефектности.
24. Виды испытаний сельскохозяйственной техники.
25. Планы испытаний. Определение количества объектов испытаний.
26. Процессы и явления при изнашивании. Факторы, влияющие на изнашивание.
27. Конструктивные мероприятия повышения надежности объектов.
28. Технологические мероприятия повышения надежности.
29. Ремонтные мероприятия повышения надежности.
30. Эксплуатационные мероприятия повышения надежности.
31. Методика обработки полной информации.
32. Статистическая, генеральная, выборочная совокупность. Полная выборка, усеченная, многократно усеченная выборка.
33. Сбор и обработка информации о надежности объекта.
34. Техническая диагностика. Основные задачи.
35. Прогнозирование остаточного ресурса.
36. Вероятность безотказной работы с последовательным, параллельным и смешанным соединением. Резервирование.
37. Допускаемые при ремонте значения износов и повреждений и методы их обоснования.

38. Методы определения износа деталей машин.
39. Усталостное разрушение деталей машин. Сущность, методы повышения усталостной прочности.
40. Требования к ремонтпригодности машин.
41. Уменьшение интенсивности абразивного изнашивания.
42. Уменьшение интенсивности коррозии.

Критерии оценки зачёта

На основании показателей уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования определяется методика оценивания уровня сформированности компетенций в целом по дисциплине:

- оценка «зачтено» ставится обучающемуся:
 - посредственно (неплохо – однако имеются серьезные недочеты, результаты удовлетворяют минимальным требованиям) овладевшему элементами компетенций «знать», «уметь», «владеть навыками», то есть проявившему знания, умения и владения по основному программному материалу по дисциплине «Основы теории надежности» в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допускающему неточности в соответствующих ответах на зачете;
 - овладевшему (хорошо – в целом серьезная работа, но с рядом замечаний, очень хорошо – выше среднего уровня, но с некоторыми недочетами) элементами компетенций «знать», «уметь», «владеть навыками», то есть проявившему полные знания, умения и владения по всему программному материалу по дисциплине «Основы теории надежности», освоившему основную рекомендуемую литературу, показавшему стабильный характер знаний, умений, навыков и способному к их самостоятельному применению, обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности;
 - или овладевшему (показавшему блестящие результаты с незначительными недочетами) элементами компетенций «знать», «уметь», «владеть навыками», то есть проявившему глубокие знания, всестороннее умение и владение навыками

по всему программному материалу по дисциплине «Основы теории надежности», освоившему основную и дополнительную литературу, показавшему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний, приобретенных умений и навыков;

- оценка «не зачтено» ставится обучающемуся, не овладевшему (требуется выполнение некоторой дополнительной работы или значительного объема работы, либо повтора курса в установленном порядке, либо основание для отчисления) элементами компетенций «знать», «уметь», «владеть навыками», то есть допустившему существенные проблемы в знаниях, умениях и навыках по основному программному материалу по дисциплине «Основы теории надежности», допустившему принципиальные ошибки в соответствующих ответах на экзамене, которые не позволяют ему продолжить обучение без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

Заключение

Для формирования навыков проведения расчётов и изучения дисциплины «Основы теории надёжности» в процессе самостоятельной работы обучающемуся рекомендовано:

- активно исследовать рекомендованную литературу по каждой теме дисциплины, законспектировать ответы на вопросы для самопроверки знаний и подготовиться по составленному конспекту к сдаче зачета по дисциплине;

- закрепить навыки проведения расчетов и теоретические знания путем самостоятельного решения представленных практических заданий.

С целью оптимизации поиска информационных источников обучающемуся рекомендуется использовать не только учебную литературу, представленную в библиотечных фондах, но и находящуюся в электронных библиотечных системах (ЮРАЙТ, РУКОНТ, ЛАНЬ и т.д.), электронных периодических справочниках и справочно-правовых системах. С наличием учебной литературы, находящейся в библиотечных фондах обучающийся может ознакомиться в электронном каталоге университета и электронной библиотеке. Наряду с представленными источниками информации с целью расширения возможностей информационного поиска обучающемуся следует воспользоваться Интернет-ресурсами, находящимися в свободном доступе.

Библиографический список

Основная:

1. Малкин, В.С. Надежность технических систем и технический риск: учебное пособие* / В.С. Малкин. – Ростов-н/Д: Феникс, 2010. – 433 с. Текст (визуальный) : непосредственный.

2. Зубарев, Ю. М. Основы надежности машин и сложных систем. Электронный ресурс : учебник / Ю. М. Зубарев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 180 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/134345>

Дополнительная:

1. Тюрин, С. Ф. Надежность систем автоматизации : учебное пособие / С. Ф. Тюрин. – Пермь : Издательство ПНИПУ, 2012. – 261 с. Текст (визуальный) : непосредственный.

2. Периодические издания: Автомобильная промышленность, Тракторы и сельхозмашины, Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт.

Электронные ресурсы

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Электронный каталог библиотеки Пермского ГАТУ: базы данных, содержащие сведения о всех видах литературы, поступающей в фонд библиотеки Пермского ГАТУ : [сайт]. – Пермь, 2005 – . – URL: <https://pgsha.ru/generalinfo/library/webirbis/>.
2. Электронная библиотека / Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова : [сайт]. – Пермь, 2014– . – URL: <https://pgsha.ru/generalinfo/library/elib/>.
3. ConsultantPlus (КонсультантПлюс) : компьютерная справочно-правовая система. – Москва, 1992– . – Режим доступа: для авторизированных пользователей.
4. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2000– . –URL: <http://elibrary.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
5. Polpred.com (Полпред.ком) : электронно-библиотечная система: [сайт]: [доступ к электронным изданиям «Агропром в РФ и за рубежом»].– Москва, 2007– . – URL: <https://polpred.com/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
6. Библиокомплектатор : электронно-библиотечная система : [сайт]: [коллекции «Информатика и вычислительная техника», «Геодезия. Землеустройство», «Технические науки»].– Саратов, 2012– . –URL: <http://www.bibliocomplectator.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
7. Гребенникон: электронная библиотека: [сайт].– Москва, 2011–. –URL: <http://grebennikon.ru>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
8. Лань :электронно-библиотечная система : [сайт]: [коллекции «Ветеринария и сельское хозяйство», «Лесное хозяйство и лесоинженерное дело», «Инженерно-технические

науки», «Информатика», «Технологии пищевых производств»].– Санкт-Петербург, 2011– . –URL:
<http://e.lanbook.com/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

9. Рукопт : национальный цифровой ресурс: межотраслевая электронная библиотека : [сайт] : [коллекции «Электронная библиотека авторефератов диссертаций ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», «Сельское хозяйство. Лесное дело»].– Москва, 2013– . –URL:
<https://lib.rucont.ru/search>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

10. Юрайт : электронно-библиотечная система: [сайт].– Москва, 2013– . –URL:www.biblio-online.ru. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

Архив КОНТРАКТОВ на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам представлен на сайте Университета

(<https://pgsha.ru/generalinfo/library/accreditation/>).