

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автомобильный транспорт и автосервис»

ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Методические указания
для самостоятельной работы студентов
по дисциплине «Основы теории надежности»
для студентов направления 190600.62

Курган 2014

Кафедра: «Автомобильный транспорт и автосервис»

Дисциплина: «Основы теории надежности»
(направление 190600.62).

Составили: канд. техн. наук, доц. А.В. Шарыпов,
канд. техн. наук, доц. Г.В. Осипов.

Утверждены на заседании кафедры «9» ноября 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета «22» ноября 2013 г. в рамках проекта «Инженерные кадры Зауралья»

Введение

Одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение качественных показателей автомобилей, их использования, повышения производительности, снижения трудоемкости и себестоимости перевозок. Надежность – это неотъемлемое свойство качества любого технического объекта.

Теория надежности изучает общие методы и приемы, которых следует придерживаться при проектировании, изготовлении, приемке, транспортировке и эксплуатации объекта для получения максимальной эффективности.

Для этого теория надежности:

- изучает свойства конструкции изделий;
- устанавливает закономерности и причины возникновения отказов и неисправностей и методы их прогнозирования;
- изучает влияние внешних и внутренних воздействий на процессы, происходящие в изделии;
- ищет способы повышения надежности при проектировании и изготовлении;
- определяет оптимальную систему профилактики и ремонта изделий;
- разрабатывает методики сбора, учета и анализа статистических сведений, характеризующих надежность;
- рассматривает количественные показатели надежности и исследует связь между ними и экономической эффективностью;
- разрабатывает методы проведения испытаний на надежность.

Применительно к автомобильному транспорту теория надежности выступает как теоретическая основа технической эксплуатации автомобилей. Поэтому, будущим специалистам необходимо знать основы теории надежности, с целью использования полученных знаний для успешного решения большого количества задач, возникающих при эксплуатации ГИТТМО.

1 Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы теории надежности» получение знаний необходимых для выбора оптимальных технических решений, связанных с необходимостью сохранения основных технических характеристик изделий и их элементов в течение требуемого промежутка времени в определенных условиях эксплуатации.

Задачей освоения дисциплины «Основы теории надежности» является знание методологических и организационно-технических основ исследования и обеспечения надежности различных видов техники во всех отраслях народного хозяйства; методов исследования и обеспечения надежности техники на каждой стадии ее создания и применения.

Одной из основных форм изучения материала по данной дисциплине является самостоятельная работа студента. По узловым вопросам программы читаются лекции. Умение использовать знания основ теории надежности, а также

полученные навыки студенты приобретают на практических занятиях и в процессе выполнения контрольной работы. После выполнения контрольной работы студенты сдают экзамен по курсу в целом.

В теоретической части программы содержатся общие представления об методологических и организационно-технических основах исследования надежности современной техники, ключевые понятия и определения; математические методы, используемые в теории надежности, рекомендации по их применению; методология экспериментальной обработки, оценки и контроля надежности изделий по результатам испытаний, методы планирования испытаний и оценки надежности изделий; методы ускоренных испытаний; общие методические указания и справочные данные об условиях эксплуатации изделий и надежности их элементов, предназначенные для решения практических задач надежности.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Данная учебная дисциплина относится к числу вариативных дисциплин математического и естественнонаучного цикла и отражает содержание региональной и университетской компоненты подготовки специалиста. Дисциплина является основой для освоения целого комплекса последующих дисциплин, таких как «Основы работоспособности технических систем», «Основы теории диагностики», «Типаж и эксплуатация технологического оборудования», «Технологические процессы технического обслуживания и ремонта ТиТТМО», «Технология ТО и ремонта агрегатов и систем автомобилей», «ТО и Р специального оборудования ТиТТМО», «Эксплуатация специальных автомобилей» и ряда других.

Учебным планом заочного обучения предусмотрена контрольная работа и экзамен.

3 Результаты освоения дисциплины

При изучении дисциплины студенты должны знать методы оценки надежности; данные анализа механизмов изнашивания, коррозии и потери прочности конструкций; научиться определять и корректировать нормативы технической эксплуатации и диагностики с учетом случайности происходящих, при работе изделий, процессов и условий эксплуатации; владеть методами сбора информации о надежности технических объектов и компьютерными методами хранения и обработки информации.

После изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы. Соответствие результатов освоения дисциплины «Основы теории надежности» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие результатов освоения дисциплины формируемым компетенциям ООП

Формируемые компетенции в соответствии с ООП	Результаты освоения дисциплины
	<i>В результате освоения дисциплины студент должен:</i>
ОК-10	уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
ПК-21	владеть умением изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов, проводить необходимые расчеты, используя современные технические средства.

Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной тематике;
- выполнении домашних заданий (контрольная работа);
- использовании материалов из тематических информационных ресурсов на иностранных языках;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- изучении теоретического материала к практическим занятиям;
- подготовке к экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях.

4 Содержание дисциплины

Тема 1 Введение

Понятие «качество» и его структура. Автомобиль как сложная система и его особенности как изделия. Техническое состояние. Понятие жизненного цикла технической системы и особенности проявления качества на его этапах. Надежность как сложное свойство. Роль инженера механика автомобильного сервиса в обеспечении надежности автомобилей.

Тема 2 Причины изменения технического состояния транспортных средств

Изнашивание и износ. Абразивное, усталостное коррозионно-эрозионное изнашивание. Окислительное изнашивание. Изнашивание при заедании, фреттинге и фреттинг-коррозии. Старение. Пластические деформации. Примеры изменения технического состояния агрегатов, узлов, систем и деталей транспортных средств.

Тема 3 Закономерности изменения технического состояния транспортных средств

Вероятностная природа процессов изменения технического состояния транспортных средств в эксплуатации. Закономерности первого и второго вида. Характеристики случайных величин.

Модели законов распределения случайных величин. Нормальный закон распределения. Закон Вейбулла – Гнеденко. Логнормальный закон. Экспоненциальный закон распределения. Физическая природа формирования законов распределения.

Тема 4 Отказы и неисправности транспортных средств

Понятие отказа и неисправности. Классификация отказов по источнику возникновения, по связи с отказами других элементов, по возможности прогнозирования, по частоте возникновения, по трудоемкости устранения.

Тема 5 Свойства надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Определение безотказности. Количественные характеристики безотказности: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, средняя наработка до отказа, наработка на отказ, параметр потока отказов, интенсивность отказов, ведущая функция потока отказов, среднее число отказов. Практическое применение характеристик безотказности.

Определение долговечности. Количественные характеристики долговечности: средний ресурс и средний срок службы, гамма-процентный ресурс и гамма-процентный срок службы, вероятность достижения предельного состояния. Расчет оптимального ресурса. Практическое использование характеристик долговечности.

Определение ремонтпригодности. Количественные характеристики ремонтпригодности: средняя продолжительность и трудоемкость выполнения операций обслуживания и ремонта, гамма-процентное время выполнения операции, вероятность выполнения в заданное время. Практическое использование характеристик ремонтпригодности.

Определение сохраняемости. Количественные характеристики сохраняемости и их практическое использование.

Тема 6 Процесс восстановления

Характеристики процесса восстановления: функция распределения n -го отказа, функция восстановления, плотность восстановления. Их получение и практическое применение.

Тема 7 Методы повышения надежности технических объектов

Схемная надежность и резервирование: способы соединения элементов.

Тема 8 Испытания на надежность

Определение характеристик надежности в эксплуатации. Методы и планы испытаний на надежность.

5 Контрольная работа (для студентов заочной формы обучения)

Контрольная работа должна включать ответы на два вопроса. Номера вопросов следует выбирать по таблице 2, включающей начальные буквы фамилии и последнюю цифру зачетной книжки.

Контрольная работа выполняется на листах формата А4. Освещать вопросы нужно полно, сопровождая текст необходимыми рисунками и схемами. Также рекомендуется пользоваться дополнительной литературой и использовать примеры из практики работы автосервисных и автотранспортных предприятий.

Таблица 2 – Варианты заданий

Первая буква фамилии	Последняя цифра зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А, Е, Л, Х	12, 22	4, 20	7, 32	2, 16	17, 3	2, 25	1, 18	8, 19	11, 31	9, 13
Б, Ж, М, Ч	7, 16	3, 19	5, 26	1, 18	10, 14	15, 32	12, 30	4, 20	7, 13	11, 21
В, З, Н, Т, Ю	4, 21	2, 29	11, 17	14, 28	13, 32	6, 29	3, 27	8, 22	10, 17	1, 23
Г, И, О, У, П	8, 19	5, 25	22, 30	9, 13	20, 28	3, 27	17, 46	6, 44	5, 43	14, 51
Д, К, Ф, Щ, Э	4, 26	4, 26	16, 23	10, 29	6, 25	14, 48	15, 50	24, 28	11, 15	9, 19
З, Р, С, Я, Ш	6, 27	11, 37	3, 18	12, 26	15, 19	14, 30	7, 21	2, 23	16, 25	11, 22

1 Понятие и специфика проблемы надежности на различных этапах жизненного цикла изделия: проектирование и расчет, изготовление, эксплуатация.

2 Задачи повышения надежности автотранспортных средств.

3 Причины нарушения работоспособности и снижения надежности машин.

4 Основные понятия теории вероятностей: испытание (опыт), событие, случайная величина, частота, частность, вероятность и др.

5 Понятие показателя надежности. Единичные и комплексные показатели надежности.

6 Характеристики случайных величин. Среднее арифметическое значение, математическое ожидание, размах рассеивания случайной величины, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации и др.

7 Интегральная функция распределения случайной величины и ее свойства.

8 Дифференциальная функция распределения случайной величины и ее свойства.

9 Понятие о законах распределения случайных величин. Пояснить их назначение.

10 Назначение критериев согласия экспериментальных и теоретических распределений.

11 Нормальный закон распределения. Механизм формирования и свойства.

12 Распределение Вейбулла – Гнеденко. Механизм формирования и свойства.

13 Экспоненциальное распределение. Механизм формирования и свойства.

14 Логарифмически-нормальное распределение. Механизм формирования и свойства.

15 Интенсивность и параметр потока отказов, и их расчет.

16 Общие понятия, применяемые в надежности: исправность, неисправность, предельное состояние, работоспособное и неработоспособное состояние, повреждение, отказ и другие.

17 Качество технических объектов и его показатели.

18 Понятие сложной системы. Особенности сложной системы с позиций надежности.

19 Расчет схемной надежности сложных систем при последовательном соединении элементов.

20 Структурное резервирование.

21 Расчет схемной надежности при нагруженном резервировании.

22 Расчет схемной надежности при раздельном резервировании.

23 Расчет схемной надежности при ненагруженном резервировании.

24 Определение «надежность» и ее проявление на стадиях жизненного цикла технических объектов.

25 Безотказность технических объектов и ее показатели.

26 Долговечность технических объектов и ее показатели.

27 Ремонтопригодность технических объектов и ее показатели.

28 Сохраняемость технических объектов и ее показатели.

29 Основные показатели надежности для невозстанавливаемого изделия.

30 Основные показатели надежности для восстанавливаемого изделия.

31 Значение качества и надежности машин в повышении эффективности использования автотранспортных средств.

32 Особенности обеспечения надежности транспортных средств на стадии производства.

33 Основные виды отказов технических объектов.

34 Физическая природа возникновения постепенных и внезапных отказов.

35 Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность технических объектов.

36 Классификацию видов трения в машинах и влияние трения на изнашивание.

37 Виды изнашивания деталей. Факторы, влияющие на изнашивание, сущность этого влияния.

38 Понятие о механическом изнашивании деталей. Меры борьбы с этим видом изнашивания. Приведите примеры

39 Абразивное и гидроабразивное (газоабразивное) изнашивание деталей. Сущность процессов, условия протекания. Меры борьбы с этими видами изнашивания. Поясните на примере изнашивания деталей автотранспортной техники.

40 Эрозионное, гидроэрозионное (газоэрозионное), усталостное, кавитационное изнашивание деталей. Сущность процессов, условия протекания. Меры борьбы с этими видами изнашивания. Приведите примеры.

41 Коррозионно-механическое изнашивание деталей: окислительное, изнашивание при фреттинг-коррозии. Сущность процессов, условия протекания. Меры борьбы с этим видом изнашивания. Приведите примеры.

42 Основные методы снижения интенсивности изнашивания.

43 Усталостные разрушения деталей. Факторы, влияющие на усталость деталей машин. Примеры.

44 Мероприятия по уменьшению интенсивности изнашивания деталей машин и уменьшению влияния износов на качественные показатели работы машин.

45 Изнашивание при заедании, электроэрозионное изнашивание.

46 Когда и как используются основные закономерности изнашивания деталей (при конструировании, эксплуатации и ремонте машин)?

47 Предельное состояние (износ) машин, соединений и деталей. Критерии предельного состояния и методы их определения. Приведите примеры.

48 Коррозионные повреждения деталей и узлов, условия протекания коррозии и меры борьбы с ней. Приведите примеры.

49 Классификация отказов машин.

50 Значение и виды испытаний технических объектов на надежность. Планы испытаний.

51 Методы повышения надежности технических объектов.

Тематика вопросов для подготовки к экзамену

1 Понятие «качество» и его структура.

2 Надежность как сложное свойство.

3 Изнашивание и износ.

4 Абразивное, усталостное и коррозионно-эрозионное изнашивание.

5 Окислительное изнашивание.

6 Старение.

7 Факторы, влияющие на интенсивность изменения технического состояния транспортных средств в эксплуатации: конструктивные факторы, эксплуатационные материалы, методы вождения, дорожные и климатические факторы, качество технического обслуживания и ремонта.

8 Вероятностная природа процессов изменения технического состояния транспортных средств в эксплуатации.

9 Характеристики случайных величин

10 Нормальный закон распределения случайных величин.

11 Закон Вейбулла – Гнеденко.

12 Логнормальный закон распределения случайных величин.

13 Экспоненциальный закон распределения случайных величин.

14 Понятие отказа и неисправности.

15 Классификация отказов.

16 Экономическая характеристика отказов и неисправностей.

17 Безотказность транспортных средств. Количественные характеристики безотказности: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, средняя наработка до отказа, наработка на отказ, параметр потока отказов, интенсивность отказов, ведущая функция потока отказов, среднее число отказов.

18 Долговечность транспортных средств, ее количественные характеристики.

19 Ремонтпригодность и сохраняемость транспортных средств.

20 Комплексные показатели надежности: коэффициент выпуска, коэффициент технической готовности и коэффициент использования.

21 Процесс восстановления.

22 Методы повышения надежности технических объектов..

23 Испытания на надежность. Планы испытаний.

6 Методические рекомендации для студента

Данные указания определяют режим и характер самостоятельной работы студента в целях наиболее эффективного усвоения материала дисциплины. Самостоятельная работа должна носить систематический характер.

Студенты очной формы обучения преимущественно изучают теоретическую часть курса, а также получают практические навыки и умения в ходе аудиторных занятий на практических и лабораторных работах. В ходе самостоятельной работы осуществляется углубление знаний по отдельным темам, а также изучение тем, не вошедших в обязательный перечень практических занятий, но обладающих практической ценностью для будущего специалиста по данному профилю.

Студенты заочной формы обучения преимущественно изучают теоретическую часть курса в результате самостоятельной работы.

Основными видами самостоятельной работы являются:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе) и подготовка докладов на практических занятиях для участия в тематических дискуссиях;
- работа с нормативными документами и законодательной базой;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- подготовка к экзамену.

Таблица 3 – Системные рекомендации студенту по эффективному усвоению курса

Вид учебной работы	Режим изучения	Характер работы студента
Лекции по теоретической части курса	Коллективный	Фиксировать содержание лекции и отмечать особенности изучаемых вопросов
Лабораторные занятия	Самостоятельная подготовка, групповой, индивидуально-групповой	Предварительно изучить теоретические основы по теме занятия, сформулировать вопросы преподавателю
Практические занятия	Самостоятельная подготовка, групповой, индивидуально-групповой	Предварительно изучить теоретические основы по теме занятия, сформулировать вопросы преподавателю
Консультации	Индивидуально-групповой, индивидуальный	Сформулировать вопросы преподавателю по разделам курса или самостоятельных работ
Подготовка к экзамену	Самостоятельная подготовка	Изучить вопросы к экзамену и подготовиться к сдаче экзамена по дисциплине, сформулировать вопросы преподавателю

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебниках, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и при выполнении лабораторных работ самостоятельно студенту рекомендуется воспроизвести по памяти определения, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важным критерием усвоения теоретического материала является прохождение тестирования по пройденному материалу.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при выполнении контрольной работы у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, ха-

рактёр этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Список литературы

Основная литература

1 Шарыпов, А. В. Основы теории надежности транспортных систем [Текст] : учебное пособие / А. В. Шарыпов, Г. В. Осипов. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2006. – 125 с.

2 Половко, А. М. Основы теории надежности [Текст] / А. М. Половко, С. В. Гуров. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 704 с.

3 Половко, А. М. Основы теории надежности [Текст] : практикум / А. М. Половко, С. В. Гуров. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 560 с.

Дополнительная литература

1 Баженов, Ю. В. Основы теории надежности машин [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Баженов. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 156 с.

2 Зорин, В. А. Основы работоспособности технических систем [Текст] : учебник / В. А. Зорин. – М : ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 536 с.

3 Озорнин, С. П. Основы работоспособности технических систем [Текст] : учебное пособие / С. П. Озорнин. – Чита : Изд. ЧитГУ, 2006. – 123 с.

4 Техническая эксплуатация автомобилей / под ред. Е. С. Кузнецова. – М. : Транспорт, 1991. – 416 с.

5 Положение о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст]. – М. : Транспорт, 1986. – 73 с.

6 Яхьяев, Н. Я. Основы теории надёжности автомобилей и техническая диагностика [Текст] : учебное пособие / Н. Я. Яхьяев, М. М. Магомедов. – Махачкала : Изд. Махачкалинского филиала МАДИ (ГТУ), 2006. – 134 с.

7 Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л. В. Мирошников [и др.]. – М. : Транспорт, 1977. – 263 с.

8 Кузнецов, Е. С. Техническое обслуживание и надежность автомобилей [Текст] / Е. С. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1972. – 224 с.

9 Трикозюк, В. А. Повышение надежности автомобиля [Текст] / В. А. Трикозюк. – М. : Транспорт, 1980. – 88с.

10 Надежность и эффективность в технике : справочник. В 10 т. / под ред. В.С.Авдудевский [и др.]. – М. : Машиностроение, 1986 - 1990.

11 Лукинский, В. С. Повышение надежности автомобилей [Текст] / В. С. Лукинский, Е. И. Зайцев. – Л. : Политехника, 1991. – 224 с.

12 Бутовский, М. Э. Коррозия автомобиля и его защита [Текст] : учебное пособие. – Рубцовск : Изд. Рубцовского индустриального института, 2003. – 190 с.

Методическая литература

1 Основы теории надежности : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направлений 190600.62 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов. – Курган, 2013.

2 Шарыпов, А. В. Основы работоспособности технических систем. Основы теории надежности и диагностики: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальностей 230100, 150200, 240400 / А. В. Шарыпов. Ч.1. – Курган : Изд-во Курганского государственного университета, 2002. – 16 с.

Интернет-ресурсы

1 Российская государственная библиотека. URL : <http://www.rsl.ru> (дата обращения: 10.03.2014).

2 Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ России). URL : <http://gpntb.ru> (дата обращения: 10.03.2014).

Александр Владимирович Шарыпов
Георгий Владимирович Осипов

ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Методические указания
для самостоятельной работы студентов
по дисциплине «Основы теории надежности»
для студентов направления 190600.62

Редактор Е.А. Могутова

Подписано в печать	Формат 60*84 1/16	Бумага тип. 65 гр.м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,0	Уч.-изд. л. 1, 0
Заказ	Тираж 50	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.