

**Кафедра «Путевые, строительные машины  
и робототехнические комплексы»**

**Н.Г. Гринчар**

**Основы надежности машин**

*Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета в качестве методических указаний  
к курсовой работе*

**для студентов специальности  
190205 «Подъемно-транспортные, строительные,  
дорожные машины и оборудование»**

**Москва - 2007**

УДК 621.86/87 - 192

Г - 85

Гринчар Н.Г. Основы надежности машин: Методические указания к курсовой работе. - М.: МИИТ, 2007. – 20 с.

Представленный материал предназначен для студентов специальности «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование» при выполнении курсовой работы по дисциплине «Основы надежности машин».

Библиограф. назв. – 92.

© Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), 2007

## Введение

Проблема надежности особенно остро стала проявляться в эпоху научно-технического прогресса. Это объясняется тем, что социальная задача освобождения человека от тяжелого и непроизводительного труда, экономия материальных ресурсов, недостаток трудовых ресурсов потребовали создания автоматизированного оборудования, робототехнических технологических комплексов, гибких производственных систем, грузоподъемных, транспортных, строительных и горнодобывающих машин с высокой степенью автоматизации рабочего процесса и управления.

В то же время из опыта эксплуатации следует, что чем сложнее любая система, тем труднее учесть при проектировании и эксплуатации взаимосвязанное влияние различных внешних и внутренних возмущающих факторов на ее работоспособность, тем выше вероятность ее отказа. Это, в свою очередь, требует увеличения затрат труда и средств на их ремонт и техническое обслуживание. Если не уделять внимания повышению надежности, то с развитием техники указанные затраты будут возрастать ускоренными темпами, в результате чего экономии ресурсов не получится, так как рабочая сила и материальные средства будут переходить из сферы производства в сферу технического обслуживания и ремонта.

С увеличением темпов производства увеличиваются нагрузки на технологическое оборудование, которое является элементом сложной технической или производственной системы, работающей в современном скоростном режиме, и его отказ влечет за собой остановку всей системы. В результате этого за период плановой эксплуатации расходы на ремонт и техническое обслуживание в несколько раз превысят затраты на изготовление техники.

Обеспечить надежность можно только комплексным подходом на этапе проектирования, производства и эксплуатации на основе качественного и количественного анализа причин отказов, анализа влияния внешних (эксплуатационных) и внутренних (проектно-производственных) факторов на работоспособность, протекание физических процессов в машинах при их работе.

Основой теории надежности является теория случайных процессов и теория вероятностей.

Курсовая работа по дисциплине «Основы надежности машин» выполняется по двум вариантам: или в виде реферата по одной из основных тем курса, (примерный перечень тем приведен в приложении), или в виде расчетно-пояснительной записки по расчету надежности и безотказности машин.

Примерный объем – 35-45 страниц формата А4, включая рисунки, таблицы, а также другой иллюстративный материал. Записка может выполняться как на компьютере, так и в рукописном виде.

Ниже приведены типовые структуры обоих вариантов выполнения курсовой работы.

## 1. Курсовая работа – реферат

### Введение

Во введении пояснительной записки должны быть отражены основные направления технической политики в области обеспечения надежности машин, сформулированы конкретные задачи, поставленные в курсовой работе. Объем 1-2 стр.

### Основной раздел

Основной раздел состоит из двух или трех частей (глав).

В первой главе дается краткое описание объекта изучения (например, редуктор, предохранительный клапан и т.д.), его конструктивные особенности. При необходимости дается иллюстративный материал. Объем 5-10 стр.

Во второй главе по выбранным источникам освещаются основные вопросы, связанные с надежностью рассматриваемых агрегатов или машин. Анализируются внешние факторы, действующие на агрегат – нагрузки, система технического обслуживания и ремонтов, характер эксплуатации, с одной стороны, и надежность характеристики – интенсивность отказов, тип законов распределения отказов, долговечность и пр., с другой стороны. Объем 15-20 стр.

В третьей главе рассматриваются вопросы, связанные с повышением надежности агрегатов и дается примерный перечень мероприятий, с помощью которых можно было бы улучшить

основные эксплуатационные характеристики с точки зрения долговечности, увеличения срока службы, безотказности и т.п.

Объем 10-12 стр.

**Заключение**

В заключение пояснительной записки должны быть кратко сформулированы основные выводы и итоги по курсовой работе.

Объем 2-3 стр.

## 2. Курсовая работа по расчету надежности и безотказности машин

**Введение**

Аналогично первому варианту.

### 1. Анализ статистических данных наблюдений.

Статистические данные по наработке машины (путевой, строительной, подъемно-транспортной и пр.) или обородования задаются преподавателем в табличном виде с разбивкой по годам и месяцам.

2. Первичная обработка данных и размещение их в статистический ряд.

3. Разбивка полученных значений на интервалы.

4. Подсчет полученных значений случайной величины по интервалам и определение частоты и плотности.

5. Расчет статистических средних значений количественных показателей надежности.

6. Построение гистограммы и определение закона распределения случайной величины.

7. Определение доверительных интервалов для количественных показателей надежности.

**Заключение**

При выполнении курсовой работы учащиеся должны обратить внимание и соответственно отразить ряд основных положений курса.

Надежность – это сложное, комплексное свойство объекта (изделия) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условия применения,

технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

В комплекс свойств надежности входят свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Надежность объекта включает себя такие понятия его состояния (исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, предельное) и события (повреждение и отказ).

В курсовой работе необходимо отразить общие понятия надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости:

- термины и определения показателей надежности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости, комплексные показатели надежности;
- термины и определения отказов;
- термины и определения резервирования.

### **Математические методы теории надежности**

Показатели надежности путей, строительных и дорожных машин носят случайный характер, который зависит от ряда случайных параметров, влияющих на эти показатели. К ним, в первую очередь, можно отнести случайный характер изменения действующих нагрузок, разброс прочностных характеристик применяемых материалов, разброс величин зазоров между сопрягаемыми элементами, связанных с различной точностью их изготовления, случайный характер условий эксплуатации и ремонта.

Следует обратить внимание на то, что случайные величины могут быть прерывными (дискретными) и непрерывными, и на их основные характеристики: законы распределения, устанавливающие связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями; числовые характеристики случайных величин, такие как математическое ожидание, коэффициент вариации, а также на такие показатели надежности невозстанавливаемых и восстанавливаемых элементов, как вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов (для невозстанавливаемых элементов) и вероятность безотказной работы, параметр потока отказов и средняя наработка на отказ (для восстанавливаемых элементов).

Основные законы распределения случайных величин, применяемые для оценки надежности путевых, строительных и дорожных машин— нормальное, логарифмически нормальное, Вейбулла, экспоненциальное, а также их сочетания.

### **Общие вопросы управления с надежностью строительных и дорожных машин**

Обеспечение требуемого технического уровня, в том числе надежности путевых, строительных дорожных машин возможно только на основе системного подхода, включающего в себя:

- проведение научно-исследовательских работ с использованием достижений фундаментальных наук и разработку технических требований, превышающих прогнозируемый мировой уровень и обеспечивающих конкурентоспособность машин, при этом необходимо иметь в виду применение современных методов расчета с использованием вероятностных методов, включая теорию случайных процессов, применения математического и физического моделирования с использованием ПК для нахождения оптимальных решений;
- проектирование на основе данных научно-исследовательских работ с разработкой макетов и моделей;
- проведение на специальных стендах исследований деталей и узлов с целью обеспечения планируемого уровня надежности;
- изготовление машин требуемой надежности на основе использования современных технологий, оборудования, инструментов и контрольно-измерительных приборов;
- поддержание требуемой надежности на стадии эксплуатации.

Следует обратить внимание на то, что при разработке новых машин или модернизации существующих необходимо произвести выбор необходимого числа показателей надежности для данного типа машин, имея в виду обеспечение максимальной эффективности их работы. При выборе и определении показателей надежности следует учитывать также то, чтобы они наиболее полно характеризовали планируемый технический уровень, технологические и эксплуатационные свойства машины и обеспечивали минимум

суммарных экономических затрат. Исходными данными будут являться срок окупаемости, амортизационный срок, гарантийный срок службы машины, затраты, необходимые для обеспечения надежности в процессе производства и эксплуатации. Разработанные нормативные показатели надежности должны также соответствовать требованиям потребителей.

При анализе обобщенной системы управления надежностью путевых, строительных и дорожных машин следует подчеркнуть взаимную связь и обусловленность всех ее элементов и степень их влияния на конечный результат функционирования системы.

### **Обеспечение надежности строительных и дорожных машин на этапе создания**

Разработка новой конструктивной схемы машины должна базироваться на научных разработках, обеспечивающих мировой уровень показателей надежности машины, ее конкурентоспособность и удовлетворение потребностей заказчика.

Следует обратить внимание на то, что для выбора, определения и анализа показателей надежности машины целесообразно конструктивную систему расчленить на агрегаты, узлы и детали.

При определении показателей надежности – наработки на отказ, ресурса, времени восстановления, коэффициента готовности следует изучить методы их рационального распределения между элементами машины, рассмотреть их взаимосвязь и сопоставить полученные показатели на стадии проектирования с нормативными значениями.

При оценке надежности путевых, строительных и дорожных машин, их узлов, элементов конструкций и деталей необходимо знать режимы нагружения, имея в виду, что для различных типов машин, при эксплуатации из в различных природно-климатических условиях, эти режимы будут иметь различный характер. Так как изменение нагрузок в процессе работы машин носит случайный характер, то необходимо уметь определять их основные статистические характеристики – закон распределения, математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, корреляционную функцию.

Следует внимательно рассмотреть вопросы усталостной прочности элементов конструкции под действием случайных



нагрузок и уметь прогнозировать показатели надежности этих элементов, исходя их действующих нагрузок.

Одним из сложных процессов, влияющих на надежность элементов машин, является процесс их изнашивания. Следует изучить виды процесса изнашивания под воздействием различных факторов, определить интенсивность изнашиваемых элементов по критерию износа. Обеспечение единичных и комплексных показателей надежности на стадии проектирования предусматривает определение геометрических параметров элементов машины, выбор марки металла, учета вида нагрузок, установление уровня напряжения в элементах, определение скорости изнашивания и предельной величины износа и сопоставление перечисленных показателей с нормативными показателями надежности.

Объективной оценкой правильности расчетных уровней показателей надежности элементов и машины в целом служат инструментальные исследования на стендах, в полигонных и эксплуатационных условиях.

При изучении этого вопроса следует ознакомиться с терминами и определениями планов испытаний на надежность в соответствии с ГОСТ 27.002-83 (Надежность в технике). Следует знать основные положения организации испытаний на надежность, общие этапы подготовки и проведения испытаний, которые характерны для всех видов путевых, строительных и дорожных машин. При этом следует обратить внимание на разработку методик проведения испытаний с использованием современных информационно-измерительных систем, обрабатывающей и анализирующей аппаратуры и ПК, которые обеспечивают значительное сокращение сроков проведения испытаний и достоверность полученных результатов. Требуют также специального изучения методики испытания элементов машин и их узлов на усталостную прочность и износостойкость.

### **Обеспечение основных планируемых количественных показателей надежности строительных и дорожных машин на этапах изготовления и эксплуатации**

Планируемый уровень показателей надежности зависит от качества материалов, технологии изготовления деталей и узлов,

качества комплектующих изделий, технологии сборки узлов и агрегатов, их обкатки.

Методы упрочения деталей, чистота обработки поверхностей и контроль точности их изготовления должны обеспечивать требуемый уровень показателей надежности.

Большое значение имеет обеспечение надежности и поддержание машин в состоянии работоспособности в период их эксплуатации за счет организации на требуемом уровне технического обслуживания, технических осмотров, текущих и капитальных ремонтов. Значительную роль в техническом обслуживании должно играть диагностирование машин, позволяющее перейти от жесткой системы планово-предупредительных ремонтов к гибкой системе обслуживания по фактическому техническому состоянию, чем обеспечивается существенное ресурсосбережение. Необходимо обратить внимание на средства, применяемые при этом, и организацию диагностирования различных типов машин и их узлов. Нужно уделить внимание вопросам смазки, смазочным материалам для различных условий эксплуатации машин. Необходимо уделить внимание резервированию путевых, строительных и дорожных машин, в соответствии с ГОСТ 27.002-83, имея в виду, что резервирование обеспечивает сохранение работоспособного состояния машины в период эксплуатации.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Надежность и эффективность в технике. Справочник. Т1 – Т10. М.: Машиностроение, 1986 –1989.
2. Александровская Л.Н., Афанасьев А.П., Лисов А.А. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: Учебник. (Гриф МО РФ) – М.: Логос, 2003. -208 с
3. Анилович В.Я., Карпов В.Г. Обеспечение надежности сельскохозяйственной техники. – Киев, Техника, 1989.-125 с.
4. Анилович В.Я., Гринченко А.С., и др. Прогнозирование надежности тракторов. М.: Машиностроение, 1986.- 226 с.

5. Анилович В.Я., Дьяченко В.А., и др. Эксплуатационная надежность сельскохозяйственных машин. Минск, Урожай, 1974.- 200 с.

6. Антипов В.В. Износ прецизионных деталей и нарушение характеристик топливной аппаратуры дизелей. М.: Машиностроение, 1972. - 176 с.

7. Аристов А.Н., Борисенко В.С. Оценка надежности механических систем. М.: Знание, 1972. – 119 с.

8. Аристов А. Н, Волков П.Н. Ремонтпригодность машин. М.: Изд. стандартов. 1971. – 72 с.

9. Аристов А. Н, Волков П.Н. Ремонтпригодность машин. М.: Машиностроение, 1976.- 368 с.

10. Бардышев О.А., Гаркави Н.Г. Техническая эксплуатация строительных машин на Севере.- Л.: Стройиздат, 1981.- 184 с.

11. Баржанский Е.Л. Определение надежности гидроприводов, выпускаемых в условиях единичного и мелкосерийного производства //: Пневматика и гидравлика: Приводы и системы управления. Сб. статей - Вып. 13 / Под общ. ред. Е.В. Герц. -13: Машиностроение, 1987, с. 19 - 28.

12. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. М.: Высшая школа, 1982.-232 с.

13. Баскин Э.М. ОБЩИЙ закон надежности и его применение. – М.: Компания Спутник<sup>+</sup>, 2004. – 166 с.

14. Надежность гидравлических систем воздушных судов Т.М. Башта, В. Д. Бабанская, Ю. С. Головки и др. / под ред. Т. М. Башта. М.: Транспорт, 1986.- 279 с.

15. Барлоу Р.Э. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. - М: Мир. 1984. – 150 с.

16. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. М.: Советское радио, 1969.- 488 с.

17. Бессонов А. А., Мороз А. В. Надежность систем автоматического регулирования. Л.: Энергоатомиздат, 1984. - 214 с.

Беленков Ю.А., Нейман В.Г., Селиванов М.Л. и др. Надежность объемных гидроприводов и их элементов. - М.: Машиностроение, 1977.- 167 с.

18. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. - М.: Машиностроение , 1984. - 312с.

19. Бойцов Б. В. Надежность шасси самолетов, М.: Машиностроение, 1976. - 216 с.
20. Боярских Г.А., Хазин М.Л. Надежность технических систем./ Рекомендовано в кач. учебника УМО вузов РФ по образ. в области горного дела. – Ур. гос. горно-геол. акад. 2006. - 200с.
21. Брауде В.И., Семенов Л.Н. Надежность подъемно-транспортных машин. - М.: Машиностроение, 1986.- 184 с.
22. Брауде В.И. Надежность порталных и плавучих кранов. - Л.: Машиностроение, 1967.-155 с.
23. Брославский Л. И. Правовое обеспечение качества продукции. - М.: Издательство стандартов, 1987. - 88с.
24. Волков Д.П., Николаев С.Н. Надежность строительных машин и оборудования. М.: Высшая школа, 1979. - 400 с.
25. Волков Д.П., Николаев С.Н., Марченко И.А. Надежность роторных траншейных экскаваторов. М.: Машиностроение, 1972.- 207 с.
26. Вентцель Е.С. Теория вероятности. – М.: Наука, 1969.- 576 с.
27. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. М. Наука, 1983.- 231 с.
28. Волков А. И., Шишкевич А. М. Надежность летательных аппаратов. М.: Высшая школа, 1975. - 296 с.
30. Гетопанов В.Н., Рачек В.М. Проектирование и надежность средств комплексной механизации. – Недра, 1986. – 208 с.
31. Глазунов Л.П., Грабовский В.П., Щербаков О.В. Основы теории надёжности автоматических систем управления: Учебное пособие для вузов - Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 206 с.
32. ГОСТ 27.002-83 Надежность в технике. Термины и определения.
33. ГОСТ 27.301-83 Надежность в технике. Прогнозирование надежности изделий при проектировании.
34. Гриневич Г.П. Надежность погрузочно-разгрузочных машин./ Г.П. Гриневич, Е.А. Каменская М.: Транспорт, 1974.- 200 с.
35. Гриневич Г.П., Каменская Е.А. Надежность строительных машин. - М.: Стройиздат, 1975.- 296 с.
36. Г. П. Гриневич, Е. А. Каменская, А. К. Алферов и др. Надежность строительных машин. М.: Стройиздат, 1983. – 296 с.

37. Гринчар Н.Г. Надежность гидроприводов путевых, строительных и грузоподъемных машин: Учеб. пособие для вузов. - М.: МИИТ, 2001. - 112 с.
38. Вопросы математической теории надежности / Под ред. Б.В. Гнеденко. - М.: Радио и связь, 1983. - 376с.
39. Гнеденко Б.В. Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. М.: Наука, 1965.-524 с.
40. Гусев А.С., Светлицкий В.А. Расчет конструкций при случайных воздействиях. - М.: Машиностроение, 1984. - 240с.
41. Дальский А.М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин. М.: Машиностроение, 1975.- 224 с.
42. Дедков В.К., Северцев Н.А. Основные вопросы эксплуатации сложных систем. М.: Высшая школа, 1976.- 406 с.
43. Долецкий В.А., Григорьев М.А. Конструкторско-технологические методы обеспечения надежности двигателей. М.: Изд. стандартов, 1973. - 53 с.
44. Елизаветин М.А. Повышение надежности машин. М.: Машиностроение, 1973, - 430 с.
45. Ермолин Н.П., Жерихин И.П. надежность электрических машин. Л.: Энергия, 1976.-248 с.
46. Жиркин Ю.В. Надежность, эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт металлургических машин. Руководство к решению задач и упражнений: Учеб. пособие. - Магнитогорск: МГТУ, 1998. - 336 с.
47. Ишуткин В.И. Технологическая надежность системы СПИД. М.: машиностроение, 1973. - 128 с.
48. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем / Пер. с англ. - М.: Мир, 1980. - 605с.
49. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. - М.: Наука, 1970.- 104 с.
50. Керимов Ф.Ю. Теоретические основы сбора и обработки информации о надежности машин. Учебное пособие. М.: МАДИ, 1979.-135 с.
51. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин на прочность и долговечность. М.: Машиностроение, 1985. - 224с.
52. Козлов Б.А. резервирование с восстановлением. М.: Советское радио, 1969.- 150 с.

53. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. М.: Советское радио, 1975.- 471 с.

54. Колгин А. В. Датчики средств диагностирования машин. М.: Машиностроение, 1984. - 120 с.

55. Колегаев. Р.Н. определение оптимальной долговечности машин. М.: Советское радио, 1967.-112 с.

56. Комаров А.А. Надежность гидравлических систем. - М.: Машиностроение, 1969.- 286 с.

57. Комаров А. А. Надежность гидравлических устройств самолетов. М.: Машиностроение, 1976. - 222 с.

58. Кондаков Л. А. Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем. М.: Машиностроение, 1982. - 216 с.

59. Кос И. И., Зорин В. А. Основы надежности дорожных машин. М.: Машиностроение, 1978 - 164 с.

60. Костецкий Б.И., Носовский И.Г. и др. Надежность и долговечность машин. Киев, Техника, 1975.- 405 с.

61. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. - М.: Издательство стандартов, 1977. - 264с.

62. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 225с.

63. Кугель Р.В. Долговечность массовых машин. - М.: Машиностроение, 1985. - 244с.

64. Кугель Р.В. Ускоренные ресурсные испытания в машиностроении. М.: Знание, 1968.- 88 с.

65. Лозовский В.Н. Надежность гидравлических агрегатов. - М.: Машиностроение, 1974.- 319 с.

66. Маталин А.А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин. Киев, Техника, 1971. – 144 с.

67. Меламедов И.М. Физические основы надежности. Л.: Энергия, 1970.-152 с.

68. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М.: Наука, 1971. - 564 с.

69. Никитин Г.А., Чирков С.В. Влияние загрязненности жидкости на надежность работы гидросистем летательных аппаратов. М.: Транспорт, 1969.-182 с.

70. Никсон Ф. Роль руководства предприятия в обеспечении качества и надежности/ Пер. с англ. - М.: Издательство стандартов, 1978.
71. Пономаренко Ю.Ф. Испытание гидропередач. - М.: Машиностроение, 1969. - 287 с.
72. Проников А. С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1978. -590 с.
73. Проников А. С. Параметрическая надежность машин. М.: знание, 1976. - 46 с.
74. Проников А. С. и др. надежность и долговечность машин и оборудования. Опыт и теоретические исследования. М.: Изд. стандартов, 1972.- 316 с.
75. Решетов Д. Н., Иванов А. С., Фадеев В. З.. Надежность машин. - М.: Высшая школа, 1988. - 238 с.
76. Решетов Д. Н. Работоспособность и надежность деталей машин. М.: Высшая школа, 1974. - 206 с.
77. Сандлер Д. Техника надежности систем. М.: Наука, 1966.- 300 с.
78. Селиванов А.И. Основы теории старения машин. М.: Машиностроение, 1971.- 98 с.
79. Северцев Надежность сложных систем в эксплуатации и отработке. М.: Высшая школа, 1989. - 432 с.
80. Скрипник В.М., Назин А.Е. Оценка надежности технических систем по цензурированным выборкам. Минск, Наука и техника, 1981.-143 с.
81. Скрицкий В. Я., Рокшевский В. А. Эксплуатация промышленных гидроприводов. М.: Машиностроение, 1984. - 176 с.
82. Сковородин В.Я. Справочная книга по надежности сельскохозяйственной техники. Л.: Лениздат, 1985.- 202 с.
83. Смирнов Н.В., Дунин – Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М.: Наука, 1978. - 524с.
84. Сырицын Т. А. Надежность гидро- и пневмоприводов. М.: Машиностроение, 1981. - 214 с.
85. Сырицын Т. А. Статистический анализ систем управления. М.: Изд-во МАДИ, 1985. - 70 с.

86. Сырицын Т. А. Статистическая точность систем контроля работоспособности гидроприводов//Вестник машиностроения. 1979. № 1. С. 36—39.
87. Сырицын Т.А. Эксплуатация и надежность гидро- и пневмоприводов. М.: Машиностроение, 1990.- 247 с.
88. Надежность технических систем: Справочник / Под ред И.А. Ушакова. М.: Радио и связь, 1985. - 608с.
89. Салениекс Н.К., Бароне П.П., Звиедрис А.В. Надежность и качество механических систем. - Рига: Авотс, 1983. — 156с.
90. Ткачев В.Н., Финштейн Б.М., и др. Методы повышения долговечности машин.. М.: Машиностроение, 1971.-272 с.
91. Трунин С.Ф., Промыслов Л.А., Смирнов С.Р. Надежность садовых машин и механизмов. – Л.: Судостроение, 1980.-192 с.
92. Труханов В. М. Надежность в технике. – М.: Машиностроение, 1999 г. - 598 с.
93. Труханов В. М. Надежность изделий машиностроения. Теория и практика. М.: Машиностроение, 1996. –336 с.
94. Труханов В. М. Справочник по надежности специальных подвижных установок. М.: Машиностроение, 1997.- 200с.
95. Труханов В. М. Надежность сложных систем. Учебное пособие. М.: РВСН, 1997. - 100 с.
96. Труханов В. М. Краткий курс теории и практики надежности сложных систем. Учебное пособие. Волгоград, ВолГТУ, 1996. –118 с.
97. Федоров Д.И., Бондарович Б.А. Надежность рабочего оборудования землеройных машин. М.: Машиностроение, 1981. – 278 с.
98. Фишбейн Ф.И. Методы оценки надежности по результатам испытаний. М.: Знание, 1973.- 98 с.
99. Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями. М.: Иностранная литература, 1956. –379 с.
100. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. М.: Мир, 1969. –395 с.
101. Хазов Б.Ф. Обеспечение показателей надежности строительных и дорожных машин при проектировании.. ЦНИИТЭстроймаш, 1974. – 52 с.
- 102.Хазов Б.Ф., Дидусев Б.А. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования. - М.: Машиностроение, 1986. - 224с.



103. Хазов Б.Ф. Надежность строительных и дорожных машин. М.: Машиностроение, 1981. – 287 с.
104. Хевиленд Р. Инженерная надежность и расчет на долговечность. М.-Л., Энергия, 1966.- 235 с.
105. Хёрд В.Л. Справочник по надежности в 3-х т. М.: Мир, 1969-1970.
106. Червоный А.А., Лукьященко В.Н., Котин Л.В. Надежность сложных систем. М.: Машиностроение, 1972. – 304 с.
107. Шаракшанэ А. С, Железнов И. Г., Ивницкий В. А. Сложные системы. М.: Высшая школа, 1977. - 246 с.
108. Шаракшанэ А. С, Железнов И. Г. Испытания сложных систем. М: Высшая школа, 1974.- 184 с.
109. Шор Я.Б., Кузьмин Ф.И. таблицы для анализа и контроля надежности. М., «Советское радио», 1968.- 284 с.
110. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. М. Мир, 1970. -368 с.
111. Яглом А.М. Вероятность и информация. - М.: Физматгиз, 1980.- 120 с.

## Приложение

### Примерный перечень тем для курсовой работы

1. Испытания гидравлических систем и агрегатов
2. Определение характеристик надежности гидравлических агрегатов
3. Методы анализа и оценка условий работы гидравлических агрегатов
4. Надежность насосов и гидромоторов
5. Надежность гидроцилиндров
6. Надежность клапанов

7. Надежность распределителей
8. Долговечность гидравлических агрегатов
9. Анализ внезапных отказов в гидросистемах
10. Анализ постепенных отказов в гидросистемах
11. Обеспечение надежности гидроагрегатов на этапе проектирования
12. Прочностная надежность элементов гидропривода
13. Обеспечение надежности и долговечности гидроагрегатов на этапе серийного производства
14. Неисправности прецизионных пар гидроагрегатов
15. Влияние конструкционных факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода
16. Влияние технологических факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода
17. Влияние эксплуатационных факторов на работоспособность и повреждаемость узлов и агрегатов гидропривода
18. Количественные показатели надежности приводов
19. Методы расчета надежности гидроприводов
20. Резервирование в гидроприводах
21. Методы обеспечения надежности гидроприводов машин
22. Оценка и прогнозирование надежности механических приводов
23. Сбор и обработка статистических данных по износным отказам элементов механических приводов
24. Схемный анализ надежности механических приводов
25. Анализ и прогнозирование надежности при наличии отказов нескольких типов
26. Методы проверки принятия гипотезы о законах распределения.
27. Математические модели отказов машин и конструкций
28. Модели накопления повреждений в приводах машин
29. Прогнозирование показателей безопасности и риска
30. Прогнозирование остаточного ресурса машин и конструкций.
31. Испытания машин и элементов на надежность
32. Управление качеством и надежностью машин
33. Изменение кинематических параметров механических узлов и агрегатов при износе

34. Изменение динамических параметров механических узлов и агрегатов при износе
35. Износ сопряжений механических узлов и агрегатов
36. Надежность сложных механических систем
37. Анализ надежности неремонтируемых изделий
38. Анализ надежности ремонтируемых изделий
39. Управление резервными элементами в схемах с резервированием
40. Планирование эксплуатационного обслуживания машин
41. Приемочные испытания машин
42. Надежность оборудования строительных машин
43. Надежность оборудования погрузочно-разгрузочных машин
44. Надежность оборудования путевых машин
45. Обеспечение надежности машин на этапе эксплуатации
46. Статистические методы контроля качества машин
47. Сбор и обработка информации по надежности машин
48. Испытание механических передач на надежность
49. Определение потребности в запчастях
50. Методы обеспечения надежности механических приводов машин

Учебно-методическое издание

Гринчар Николай Григорьевич

**ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ МАШИН.**

Методические указания к курсовой работе

---

Подписано в печать - 28.12.07.  
Усл.-печ.л. - 1,25.      Заказ - 749.  
Изд. № 177-07

Формат 60x84/16  
Тираж 100 экз.

---

Типография МИИТа,  
127994, Москва, ул. Образцова, 15

- 20 -