

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Р.Ш. Шайлиев

Б.В. Балов

**ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ
НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся
направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Черкесск, 2025

УДК 62-192
ББК 34.414
Ш 17

Рекомендовано на заседании кафедры «Общеинженерных и естественно-научных дисциплин».

Протокол № 1 от «28» октября 2024 г.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом

Протокол № 27 от «07» ноября 2024 г.

Рецензенты:

Малсугенов Р.С. – кандидат технических наук, доцент заведующий кафедрой «Технологические машины и переработка материалов»

Казиев Ш.М. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Лесное дело»

Ш 17 Шайлиев, Р.Ш. Применение статистическо-математических методов для аналитических расчетов надежности технических систем: методические указания для самостоятельной работы обучающихся направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия / Р.Ш. Шайлиев, Б.В. Балов. – Черкесск, БИЦ СКГА, 2025. – 60 с.

Цель настоящего методического указания – формирование у обучающихся знаний для использования в профессиональной деятельности по поддержанию высокой работоспособности подвижного состава на основе ресурсосберегающих технологий технического обслуживания и текущего ремонта.

Изложены основные методы теории вероятностей, математической статистики, теории надежности и безопасности для расчета машин и конструкций, находящихся под воздействием случайных природных и эксплуатационных нагрузок.

**УДК 62-192
ББК 34.414**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА	6
СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	7
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА	8
РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ	8
ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ	9
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ	10
СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ	18
ИСПЫТАНИЕ ТЕХНИКИ НА НАДЕЖНОСТЬ	25
ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ТЕСТЫ	30
ТЕСТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ	40
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	58

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Статистико-математические методы в теории надежности» является изучение методов теории вероятностей и теории надежности и безопасности для расчета машин и конструкций, находящихся под воздействием случайных природных и эксплуатационных нагрузок.

Для достижения поставленной цели при освоении дисциплины решаются следующие задачи:

научить обучающихся проводить теоретические и расчетно-экспериментальные работы с элементами научных исследований для решения задач прикладной механики – задач динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов;

освоить применение информационных технологий, современных систем компьютерной математики, наукоемких компьютерных технологий;

приобрести навыки составления расчетных схем и математических моделей для расчета объектов современной техники на случайные воздействия с оценкой показателей надежности и безопасности.

В процессе освоения данной учебной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

– быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии

– участвовать в проектировании машин и конструкций с учетом требований обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин

– находить рациональные решения при создании конкурентоспособной продукции с учетом требований прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, качества, надежности и безопасности.

По завершении изучения дисциплины студенты получают:

– знания структуры и понятий надежности и диагностики технических объектов, основных свойств и их параметров;

– умение сбора и обработки информации по надежности автомобильных конструкций в эксплуатации для получения параметров восстанавливаемых и невосстанавливаемых изделий;

– знания основных законов распределения случайных величин, методов получения параметров распределения и оценки достоверности полученных результатов;

– знания основных закономерностей (видов) изнашивания объектов и классификация их отказов;

– умения использовать существующую на предприятиях информационную базу для получения параметров надежности объектов различными методами, находить оптимальные сроки их службы, рассчитывать диагностические параметры;

– умения использовать методы статистической обработки информации при управлении качеством продукции.

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

Тема 1. План наблюдений и виды информации (2 часа)

Организация статистического наблюдения. Формы, виды и способы статистического наблюдения. Программно–методологические вопросы статистического наблюдения. Организационные вопросы статистического наблюдения. Ошибки статистического наблюдения и контроль материалов наблюдения.

Тема 2. Обработка информации о показателях надежности (6 часов)

Первичная обработка статистической информации. Статистический ряд информации. Определение среднего значения и среднеквадратического отклонения показателей надежности. Проверка информации на выпадающие точки. Графическое изображение опытного распределения. Определение коэффициента вариации. Выбор теоретического закона распределения. Критерии согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности. Определение доверительных границ рассеивания одиночного и среднего значений показателя надежности. Абсолютная и относительная предельные ошибки. Определение минимального числа объектов наблюдения при оценке показателей надежности. Методы обработки усеченной информации. Вероятностная бумага закона нормального распределения. Вероятностная бумага закона распределения Вейбулла.

Тема 3. Выбор теоретического закона распределения для выравнивания опытной информации (2 часа)

Составление сводной таблицы информации в порядке возрастания показателя надежности. Составление статистического ряда исходной информации. Определение среднего значения показателя надежности и среднего квадратичного отклонения. Проверка информации на выпадающие точки. Выполнение графического изображения опытного распределения показателя надежности. Определение коэффициента вариации.

Тема 4. Критерий согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности (2 часа)

Критерии типа χ^2 при простых гипотезах. Порядок проверки простой гипотезы. Связь мощности критериев со способом группирования наблюдений. Критерии типа χ^2 при сложных гипотезах. Асимптотически оптимальное группирование. Характер влияния способов группирования и метода оценивания на распределения статистик типа χ^2 . Выбор числа интервалов. Рекомендации по использованию асимптотически оптимального группирования в критериях согласия

Тема 5. Доверительная граница рассеивания оценочного и среднего значения показателей надежности (2 часа)

Недостаточность точечных оценок. Доверительные интервалы для планов с простыми достаточными статистиками. Доверительные интервалы для планов с составными достаточными статистиками.

Тема 6. Абсолютная и относительные ошибки переноса характеристик показателя надежности (2 часа)

Абсолютная ошибка. Относительная ошибка. Графы вычислительных процессов.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование практических работ	Всего часов
1	Тема 1. План наблюдений и виды информации	Сбор обработка информации о надежности машин.	2
2	Тема 2. Методы повышения надежности технических систем.	Построение статистического ряда информации	2
		Определение среднего значения показателя надежности и среднего квадратического отклонения	2
		Проверка информации на выпадающие точки	1
		Построение гистограммы, и кривой накопленных опытных вероятностей показателей надежности	1
3	Тема 3. Выбор теоретического закона распределения для выравнивания опытной информации	Методы распределения теоретического закона	2
4	Тема 4. Критерий согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности	Критерий согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности	2
5	Тема 5. Доверительная граница рассеивания оценочного и среднего значения показателей надежности	Количественные характеристики показателей надежности	2
6	Тема 6. Абсолютная и относительные ошибки переноса характеристик показателя надежности	Абсолютная и относительные ошибки переноса характеристик показателя надежности	2
ИТОГО часов в семестре			16

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРО	Всего часов
1	План наблюдений и виды информации	Внеаудиторное чтение	4
2	Обработка информации о показателях надежности.	Подготовка к тестированию	4
3	Выбор теоретического закона распределения для выравнивания опытной информации	Подготовка к опросу	10
4	Критерий согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности	Подготовка к тестированию	6
5	Доверительная граница рассеивания оценочного и среднего значения показателей надежности	Внеаудиторное чтение	6
6	Абсолютная и относительные ошибки переноса характеристик показателя надежности	Подготовка к опросу	10

РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. *Самостоятельная работа по теоретическому курсу.* Включает работу со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; работу с конспектами лекций; работу над учебным материалом (учебника, первоисточника, статьи, дополнительной литературы, в том числе с материалами, полученными по сети Интернет); конспектирование текстов; ответы на контрольные вопросы.

2. *Подготовка к практическим работам.* Включает работу с учебно-методической литературой курса, работу над учебным материалом (учебника, нормативных документов, дополнительной литературы, в том числе с материалами, полученными по сети Интернет), ответы на контрольные вопросы.

3. *Научно-исследовательская работа.* Эта часть работы осуществляется студентами с целью более детального (углубленного) изучения проблемных аспектов отдельных тем дисциплины. В рабочей программе приводится перечень тем для подготовки индивидуальных докладов. По итогам проделанной работы студенты готовят электронную презентацию с изложением основных результатов проведенного теоретического (практического) исследования. Преподавателем организуется научная или научно-практическая конференция, где заслушиваются подготовленные доклады и обсуждаются результаты работы.

4. *Подготовка к зачету.* При подготовке к зачету проработать вопросы, выносимые на зачет с учетом вопросов выносимых на самостоятельного изучения. Внимательно изучить разделы дисциплины с использованием основной и дополнительной литературы, конспектов лекций, конспектов практических работ, ресурсов Интернет.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ.

1. Организация статистического наблюдения
2. Формы, виды и способы статистического наблюдения
3. Программно–методологические вопросы статистического наблюдения
4. Организационные вопросы статистического наблюдения
5. Ошибки статистического наблюдения и контроль материалов наблюдения
6. Защита статистической информации, необходимой для проведения государственных статистических наблюдений
7. Ответственность за нарушение порядка представления статистической информации, необходимой для проведения государственных статистических наблюдений
8. Пути совершенствования статистического наблюдения
9. Первичная обработка статистической информации
10. Статистический ряд информации
11. Определение среднего значения и среднеквадратического отклонения показателей надежности
12. Проверка информации на выпадающие точки
13. Графическое изображения опытного распределения
14. Определение коэффициента вариации
15. Выбор теоретического закона распределения
16. Критерии согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности
17. Определение доверительных границ рассеивания одиночного и среднего значений показателя надежности.
18. Определение минимального числа объектов наблюдения при оценке показателей надежности
19. Методы обработки усеченной информации
20. Вероятностная бумага закона нормального распределения
21. Вероятностная бумага закона распределения Вейбулла
21. Составление сводной таблицы информации в порядке возрастания показателя надежности
22. Составление статистического ряда исходной информации
23. Определение среднего значения показателя надежности и среднего квадратичного отклонения
24. Выполнение графического изображения опытного распределения показателя надежности

25. Выбор теоретического закона распределения для выравнивания опытной информации закона распределения Вейбулла
26. Оценка совпадения опытного и теоретического законов распределения показателей надежности по критерию согласия Пирсона
27. Критерии типа χ^2 при простых гипотезах
28. Порядок проверки простой гипотезы
29. Связь мощности критериев со способом группирования наблюдений
30. Критерии типа χ^2 при сложных гипотезах
31. Асимптотически оптимальное группирование
32. Характер влияния способов группирования и метода оценивания на распределения статистик типа χ^2
33. Выбор числа интервалов
34. Рекомендации по использованию асимптотически оптимального группирования в критериях согласия
35. Недостаточность точечных оценок
36. Доверительные интервалы для планов с простыми достаточными статистиками
37. Доверительные интервалы для планов с составными достаточными статистиками
38. Абсолютная ошибка
39. Относительная ошибка
40. Графы вычислительных процессов

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

В процессе работы сельскохозяйственная техника работает в разных климатических, дорожных и других условиях, в результате она подвергается не только переменным, но и случайным воздействиям, в связи с этим для анализа и контроля надежности используется теория вероятности и математической статистики.

Оценка надежности объектов при помощи математических методов на основании обобщения накоплено статистической информации об их работе в реальных условиях эксплуатации позволяет выявлять вероятностные закономерности и соотношения между случайными факторами, в различной мере влияющими на работоспособность, безотказность и долговечность объектов.

Надежность работы с.х. техники зависит от объективных и субъективных факторов.

Объективные факторы – действие окружающей среды, механические и другие воздействия (износ, старение, нагрузка).

Субъективные факторы – зависят от действия человека (выбор схемы, конструкции, режимов работы, ТО и ремонтов)

Результат действия этих факторов на машину – *отказ*. Методы исследований надежности основаны на том, что *отказ - случайное событие* и

для предупреждения необходимо знать физические причины и закономерности возникновения и развития его.

Случайным называют событие, которое при рассматриваемом сочетании условий может произойти, а может и не произойти.

При проведении большого числа испытаний обнаруживают определенные закономерности в наступлении случайных событий. Изучение этих закономерностей составляет одну из задач теории вероятностей

Изучение закономерностей появления отказов как случайных событий является центральным вопросом всей проблемы надежности.

Испытание (опыт) – это практическое создание некоторых условий, правил, влияющих на некоторое физическое явление, с регистрацией результатов. В результате испытаний происходит явления: единичные или массовые.

Единичные – явления, которые возникла однократно и при многократном воспроизведение того же испытания не повторяется.

Массовые – явление, повторяющееся при многократном воспроизведении опыта.

Событие – это качественный результат испытаний, проводимого при выполнении определенных условий.

Достоверным – называется событие, которое произойдет неизбежно при заданных условиях.

Невозможным называет событие, которое при тех же условиях заведомо произойти не может.

Не совместимыми называют два события, при испытании появление одного исключает возможность появления другого (отказ-работоспособность).

Совместимыми называют два события, при испытании появление одного не исключает возможность появления другого.

Единственно возможными называется событие хотя бы раз зафиксированное при испытаниях.

Равновозможными называются несколько возможных событий, появившихся в процессе испытаний и при этом нет оснований предполагать, что появление одних возможно появления других.

Независимыми называют событие, появление которых не зависит от того, какое событие происходит перед этим (независимый отказ).

Все случайные величины можно разделить на две группы непрерывные и дискретные.

Непрерывными случайными величинами, называют такие, которые в некотором интервале могут принимать любое значение.

Дискретными случайными величинами называют такие, которые могут принимать лишь определенное значение Число бракованных деталей в партии изношенных – дискретная случайная величина, а величина износа этих деталей – непрерывная случайная величина.

Случайное событие при неоднократном воспроизведении одного и того же опыта или испытания в одних и тех же условиях протекает всякий раз несколько по-иному в различные моменты времени

Ввиду этого для количественной оценки случайного события используют вероятность того, что случайная величина окажется в указанном интервале ее возможных значений.

Вероятность — это объективная математическая оценка возможности реализации случайного события или случайной величины. Вероятность события A — это отношение числа случаев, благоприятствующих наступлению данного события, ко всему числу несовместных, единственно возможных и равновероятных событий

$$P(A) = m / N$$

где m — число случаев, благоприятствующих наступлению события, N — число несовместных, единственно возможных и равновероятных событий. $P(A)=1$ — событие достоверно, $P(A)=0$ — событие невозможно. Основные характеристики надежности имеют значительный разброс, т.е. они случайные величины, а поэтому при многократном повторении они подчиняются определенным статистически устойчивым законам распределения случайной величины.

Распределение случайных величин — совокупность значений случайных величин расположенных в возрастающем порядке с указанием их частот для эмпирических распределений или вероятностей для теоретических распределений.

Эмпирическое распределение случайных величин строится в виде гистограммы 1, где по горизонтальной оси откладывают показатель надежности t (рисунок 1), а по вертикальной — опытную вероятность P_i или опытную частоту m_i

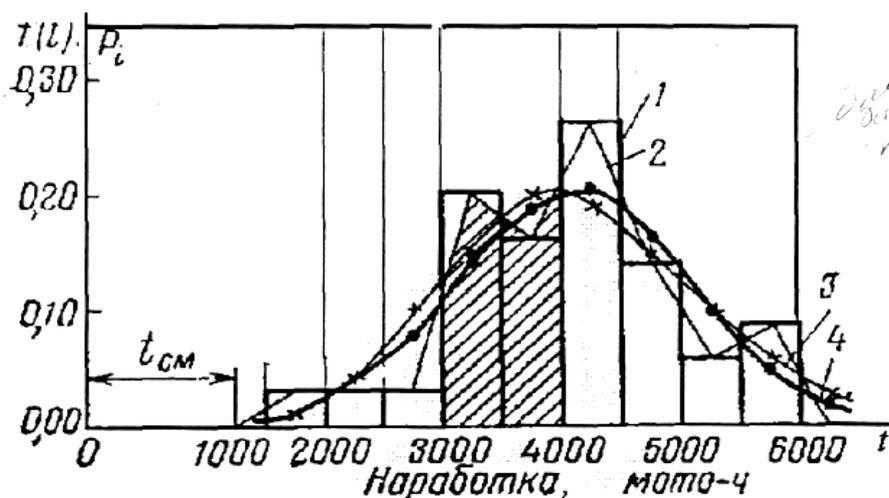


Рисунок 1 – Гистограмма (1), полигон (2), дифференциальная кривая закона нормального распределения (3) и закона распределения Вейбулла (4)

Гистограмма, полигон и кривая опытных вероятностей дает наглядное представление об опытном распределении и позволяет решить ряд инженерных задач графическими способами.

Плотность распределения непрерывной случайной величины $f(t)$ - дифференциальная функция распределения случайной величины, является производной от интегральной функции распределения непрерывной случайной величины $f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$, где $F(t)$ - интегральная функция распределения случайной величины (рисунок 2).

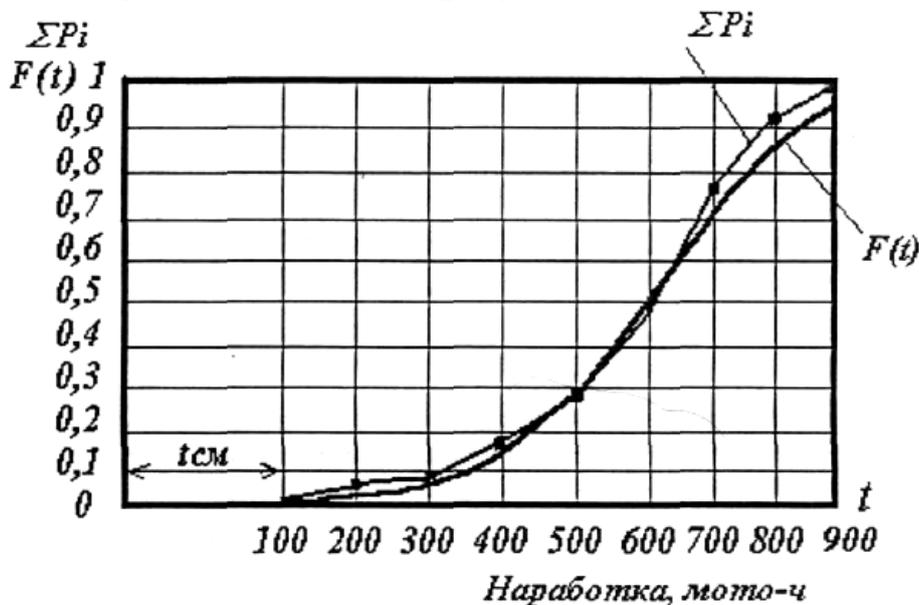


Рисунок 2 – Кривая накопленных опытных вероятностей и интегральной функции закона нормального распределения

Показатели надежности тракторов, сельскохозяйственных машин и их элементов определяют в результате испытания или наблюдения группы однотипных машин или однотипных элементов в условиях их нормальной эксплуатации.

Полученные значения отдельных показателей надежности обычно в дальнейшем переносят на все машины, т. е. на полную совокупность машин, в результате чего оценивают надежность машин данной марки и разрабатывают мероприятия по повышению качества их изготовления и ремонта. Полученный показатель надежности может быть перенесен на отдельные частные совокупности машин для разработки и планирования режимов их технического обслуживания и ремонта в конкретном хозяйстве.

Такой перенос показателей надежности от одной группы машин на другую правомочен только в случае достаточной массовости и достоверности первичной информации. Результаты испытания машин на надежность (количественные оценки показателей надежности) зависят от многих факторов: квалификации машинистов и наблюдателей, почвенных и климатических особенностей, сорта и чистоты горюче-смазочных материалов, качества запасных частей и др.

Все это вызывает необходимость внесения коррективов: определения по данным первичной информации для данной совокупности машин, общего теоретического закона распределения показателя надежности для полной совокупности машин.

Теоретический закон распределения выражает общий характер изменения показателя надежности машин и исключает частные отклонения, связанные с недостатками первичной информации. Такой процесс замены опытных закономерностей теоретическими называется в теории вероятностей *процессом выравнивания (сглаживания) статистической информации*.

В теории надежности для выравнивания опытной информации используют большое количество различных законов распределения. К таким законам, например, относятся: нормальный (Гаусса), логарифмически-нормальный, экспоненциальный, биномиальный, гамма-распределение, Пуассона, Вейбулла, Релея, Стьюдента и др.

У каждого закона своя область применения, свои параметры и расчетные уравнения, свои заранее приготовленные таблицы, упрощающие проведение расчетов.

Применительно к показателям надежности машин, эксплуатируемых в сельском хозяйстве, в подавляющем большинстве случаев используют закон нормального распределения (ЗНР) и закон распределения Вейбулла (ЗРВ). Экспоненциальный закон распределения и закон распределения Релея представляют собой частные случаи закона распределения Вейбулла.

Закон распределения случайной величины - всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайных величин и соответствующими этим значениям вероятностями или частотами. Закон распределения случайных величин позволяет определить вероятность (частоту) проявления случайной величины в любом интервале её возможных значений.

Закон нормального распределения (ЗНР) получил наибольшее применение в технических приложениях. Этому закону подчиняются многие случайные величины массовых явлений, на которые оказывает влияние большое количество факторов, равнозначных по своим значениям.

Плотность нормального распределения непрерывной случайной величины определяют по уравнению

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

где \bar{t} - среднее значение показателя надежности;

e - основание натурального логарифма ($e=2,718$);

σ - среднее квадратическое отклонение;

t - случайное значение показателя надежности ($-\infty < t < +\infty$).

Величины \bar{t} , σ , V принято называть параметрами ЗНР.

Интегральную функцию $F(t)$ определяют интегрированием дифференциальной функции

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} dt \quad (2)$$

Отличительной особенностью данного закона распределения является симметричное рассеивание частных значений показателей надежности относительно среднего значения.

При условии $\bar{t}=0$ и $\sigma=1$ получим центрированную и нормированную интегральную функцию, значение которой приведено в табличных данных.

$$f_o(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (3)$$

$$F_o(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (4)$$

Значение интегральной функции связано с табулированным уравнением

$$F(t_{i_k}) = F_o\left(\frac{t_{i_k} - \bar{t}}{\sigma}\right) \quad (5)$$

$$F(-t) = 1 - F_o(t) \quad (6)$$

Отличительная особенность закона распределения Вейбулла-Гнеденко (ЗРВ) – правосторонняя асимметрия дифференциальной функции. Вследствие асимметрии в отличие от нормального закона среднее (\bar{t}), модальное (t_{mo}) и медианное (t_{me}) значение показателя надежности при законе распределения Вейбулла-Гнеденко не равны между собой (рисунок 3).

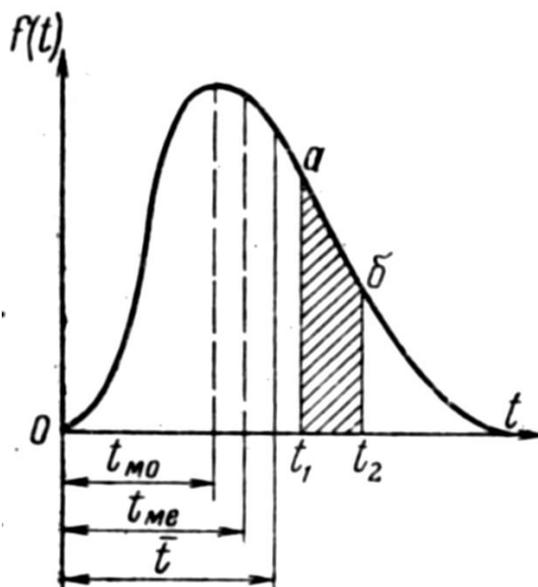


Рисунок 3–Дифференциальная функция

Дифференциальную функцию для этого закона определяют уравнением

$$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (7)$$

где a, b - параметры закона распределения Вейбулл-Гнеденко.

Экспоненциальное (показательное) распределение характеризуется тем, что плотность распределения вероятности при $t \geq 0$ имеет вид

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (8)$$

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (9)$$

где λ – постоянная величина

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (10)$$

У показательного распределения математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение одинаковы

$$\bar{t} = \sigma = \frac{1}{\lambda} \quad (11)$$

При решении практических задач надежности часто приходится иметь дело с распределением дискретных случайных величин по закону распределения Пуассона. Вероятности частот событий, встречающихся при некотором числе испытаний, для распределения Пуассона находят по формуле

$$P_m = \frac{(nP)^m e^{-nP}}{m!} = \frac{a^m}{m!} e^{-a} \quad (12)$$

где m – частота данного события;

P – вероятность событий при одном испытании;

n – число испытаний;

$a = nP$ – математическое ожидание случайной величины.

Числовые характеристики распределения случайной величины

– Среднее значение случайной величины

При отсутствии статистического ряда ($N < 25$)

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^N \frac{t_i}{N} \quad (13)$$

При наличии статистического ряда

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n t_{ci} P_i \quad (14)$$

где t_{ci} – значение середины i -го интервала;

n – количество интервалов статистического ряда;

P_i – опытная вероятность i -того интервала.

– Дисперсия – характеристика рассеивания показателей надежности

При отсутствии статистического ряда ($N < 25$)

$$D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [t_i - \bar{t}]^2 \quad (15)$$

При наличии статистического ряда

$$D = \sum_{i=1}^n (t_{ci} - \bar{t})^2 P_i \quad (16)$$

– Среднеквадратическое отклонение

При отсутствии статистического ряда ($N < 25$)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [t_i - \bar{t}]^2} \quad (17)$$

При наличии статистического ряда

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n [t_{ci} - \bar{t}]^2 P_i} \quad (18)$$

Коэффициент вариации опытных данных

$$V = \frac{\sigma}{\bar{t} - t_{cm}} \quad (19)$$

СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ

Система сбора и обработки информации о надежности серийно выпускаемых новых и отремонтированных изделий машиностроения представляет собой совокупность организационно-технических мероприятий по получению необходимых и достоверных сведений о надежности объектов.

Сбор и обработку информации о надежности объектов выполняют с целью усовершенствования конструкции, технологии изготовления, сборки и испытаний объектов, обеспечивающих повышение надежности; разработки мероприятий по совершенствованию диагностирования, технического обслуживания и текущих ремонтов;

повышения качества капитальных ремонтов и снижения затрат на их проведение; оптимизации норм расхода запасных частей.

Основные задачи системы сбора и обработки информации:

определение показателей надежности объектов;

выявление конструктивных и технологических недостатков объектов, приводящих к снижению их надежности;

выявление деталей и сборочных единиц, лимитирующих надежность машины в целом;

изучение закономерностей возникновения неисправностей и отказов;

установление влияния условий и режимов эксплуатации на надежность объекта;

корректировка нормируемых показателей надежности; определение эффективности мероприятий по повышению надежности объектов.

В ходе разработки конструкции информация о надежности объектов поступает из лабораторий, проводящих стендовые испытания опытных образцов, а также с заводов, полигонов, машиноиспытательных станций, хозяйств, где машины проходят опытную эксплуатацию.

Важным источником информации о надежности в гарантийный период эксплуатации объекта служат рекламации от потребителей техники.

Основной источник информации о надежности объекта — подконтрольная эксплуатация, в ходе которой фиксируют данные об отказах. Полученную информацию направляют на завод-изготовитель или ремонтный завод в виде донесений об отказе изделия. Донесение содержит информацию об изделии, условиях его эксплуатации, характере и причинах отказа, трудоемкости восстановления.

На основе донесений составляют сводные перечни видов отказов изделий, оценки показателей надежности, сводную ведомость расхода запасных частей и другие документы.

Информация о надежности объекта должна быть

➤ достоверной (истинной, правильной, отражающей объективные факторы без домыслов и догадок),

➤ полной (исчерпывающей, содержащей все существенные сведения, которые учитывают во время принятия решений),

- однородной (относящейся к одинаковым объектам, эксплуатирующимся примерно в одинаковых условиях),
- дискретной (разделена по отдельным признакам),
- своевременной (могла использоваться для изменения конструкций, корректировки технологического процесса изготовления, ремонта машины и технического обслуживания).

Сбор, обработка и анализ информации о надежности объектов связаны с необходимостью исследования случайных событий и величин. Все показатели надежности сельскохозяйственной техники относят к категории случайных величин, которые рассчитывают методами теории вероятностей и математической статистики.

Статистическую оценку показателей надежности дают совокупности объектов, объединенных единым признаком или свойством. Например, детали можно группировать в совокупности по различным признакам: размерам, отклонениям формы, износам; машины – по долговечности и т. д. Различают статистическую, генеральную и выборочную совокупности.

Статистическая совокупность – это совокупность, состоящая из однородных объектов, обладающих качественной общностью.

Генеральная совокупность – это совокупность объектов, подлежащих исследованию. Однако исследовать все объекты генеральной совокупности обычно не представляется возможным. Поэтому для исследования из генеральной совокупности выбирают определенное число объектов, которое называют выборочной совокупностью или выборкой.

Выборочная совокупность (выборка) – определенное число объектов, отработанных из генеральной совокупности для получения объективных сведений о генеральной совокупности.

Выборка должна быть подобна генеральной совокупности, чтобы на основании ее можно было достаточно уверенно судить об интересующем признаке генеральной совокупности. Выборка должна быть представительной, каждый объект – отобран случайно и все объекты – иметь одинаковую вероятность попасть в выборку.

Для объективной оценки *генеральной совокупности* очень важен объем выборки, т. е. число объектов наблюдений, составляющих выборку.

В случае же изучения менее однородного материала метод получения выборки и ее объем приобретают решающее значение.

Так, при испытаниях машин объем выборки оценивают числом одновременно испытываемых машин с учетом полученных от каждой из них точек информации. Малый объем выборки в этом случае может привести к значительным ошибкам и сделать полученные результаты непригодными для практического использования. Слишком большое число одновременно испытываемых машин, хотя и приведет к более высокой точности расчетов, но будет неприемлемым из-за экономических соображений ввиду высокой стоимости испытаний каждой машины. Поэтому в данном случае необходимо искать оптимальное решение, при котором объем выборки,

обеспечивая достаточную точность конечных результатов, не будет слишком большим, а сами испытания – слишком дорогими.

Если во время испытаний у каждого объекта выборочной совокупности будет зафиксирован интересующий исследователя показатель надежности, то полученную таким образом информацию называют *полной*. Если же испытания ограничивают по времени или наработке объектов и за это время или наработку не у всех объектов выборочной совокупности зафиксирован показатель надежности, то такую информацию называют *усеченной*. При этом возможны также случаи преждевременного снятия с испытаний объектов, у которых не зафиксирован показатель надежности и время или наработка которых не достигли заранее оговоренных условиями испытаний значений. Досрочное снятие машин с испытаний возможно при хозяйственной необходимости, авариях, пожарах и других непредвиденных обстоятельствах. Полученную по такой методике испытаний информацию называют *многократно усеченной*, а преждевременно снятые с испытаний машины - *приостановленными*.

Собранную информацию обрабатывают в следующей последовательности:

1. Построение статистического ряда исходной информации и определения величины смещения начала рассеивания $t_{см}$;

2. Определение среднего значения и среднеквадратического отклонения показателя надежности;

3. Проверка информации на выпадающие точки;

4. Построение гистограммы, полигона и кривой накопленных опытных вероятностей;

5. Определение коэффициента вариации и выбор теоретического закона распределения, определение его параметров и графическое построение интегральной $F(t_i)$ и дифференциальной $f(t_i)$;

6. Проверка совпадения опытных и теоретических законов распределения по критериям согласия.

7. Определение доверительных границ рассеивания одиночных и средних значений показателей надежности и возможных наибольших ошибок переноса.

Определение критериев согласия

В теории вероятности применяют несколько критериев согласия. Применительно к надежности тракторов и сельскохозяйственных машин чаще всего используют критерии А.Н. Колмогорова или Пирсона.

Критерий Колмогорова определяется по формуле

$$\lambda_p = D_{max} \sqrt{N}$$

$$\text{где } D_{max} = \left| \sum P_i - F(t_i) \right|$$

Далее по таблице находим значения $P(\lambda)$. Если вероятность $P(\lambda)$ меньше 0,05, то опытное распределение не соответствует предполагаемому

теоретическому распределению. В случае, если $P(\lambda)$ больше 0,05, теоретический закон распределения может быть принят в качестве характеристики исследуемого показателя надежности.

Критерий Пирсона χ -квадрат представляет собой сумму квадратов отклонений опытных и теоретических частот в каждом интервале статического ряда информации

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{ny} \frac{(m_i - m_{Ti})^2}{m_{Ti}}$$

где ny – число интервалов укрупненного статистического ряда;

m_i – опытная частота в i -ом интервале статистического ряда;

m_{Ti} – теоретическая частота в этом же интервале.

Укрупнение статистического ряда проводят тогда, когда значение теоретической частоты в интервале меньше пяти.

По таблице определяют табличные значения критерия Пирсона. Для входа в эту таблицу необходимо определить число степеней свободы

$$r = ny - k$$

Для ЗНР и ЗРВ обязательных связей $k=3$. Критической вероятностью совпадения теоретического и опытного распределения вероятностей является $P=10\%$.

В том случае, если табличные значения критерия Пирсона при $P=10\%$ будет больше расчетного, гипотеза о соответствии принятого теоретического закона распределения опытному принимается, в противном случае – отбрасывается и надо принимать другие теоретические законы распределения или увеличивать объем выборки.

Доверительные границы рассеивания одиночного и среднего значений показателя надежности

В результате испытания группы машин и обработки собранной информации определяют количественные характеристики показателей надежности. В дальнейшем значения этих характеристик должны быть перенесены на другие группы машин, работающие в других условиях. Хотя эти изменения носят случайный характер, они происходят в определенных границах и в определенном интервале, величина которого зависит от многих факторов, в том числе и от количества машин в группе. Определение границ рассеивания характеристик показателей надежности, а следовательно, и определение возможной ошибки их переноса из одних условий в другие является одной из *основных задач теории надежности*.

Точность оценки показателя надежности оценивается величиной доверительной вероятности a . Обычно она задается, причем величина ее принимается близкой к единице.

Границы, в которых может колебаться значение одиночного показателя надежности при заданной доверительной вероятности, называются нижней

доверительной границей и верхней доверительной границей. *Доверительным интервалом* называется такой интервал значений показателя, в который при заданной доверительной вероятности α попадает 100% значений от общего числа наблюдений N .

Так одиночное значение показателя надежности конкретной машины может отличаться в 997 случаев из 1000 от среднего значения \bar{t} на величину $\pm 3\sigma$ при ЗНР и на величину $0,1\alpha$ до $2,5\alpha$ при ЗРВ – это высокая степень доверия расчета, она охватывает 99,7% всех случаев, α задают меньше – тем самым сближают границы рассеивания одиночного показателя надежности.

Степень доверия расчета оценивают площадью под дифференциальной кривой ограниченной осью абсцисс и доверительными границами t_{α}^n и t_{α}^e .

Площадь α характеризует степень доверия расчета и гарантирует заданную вероятность попадания показателя надежности в соответствующий интервал его значений, поэтому α – доверительный интервал ($\alpha=0,8;0,9;0,95;0,99$).

Интервал, в который при заданной доверительной вероятности α попадают 100 α % от общего числа объектов совокупности N , называется доверительным интервалом J_{α} .

Границы, в которых может колебаться значение единичного показателя надежности при заданной α , называют нижней доверительной границей t_{α}^n и верхней t_{α}^e .

Положение доверительных границ и доверительный интервал зависит от доверительной вероятности α , закона распределения единичного и среднего значения показателя надежности.

Расчетными уравнениями для определения доверительных границ и интервала при различных теоретических законах распределения будут при законе нормального распределения (ЗНР).

Для определения доверительных границ рассеивания единичного значения показателя надежности определим абсолютную ошибку $e_{\alpha} = t_{\alpha}\sigma$, где t_{α} – коэффициент Стьюдента.

а) нижняя доверительная граница

– одиночного показателя надежности

$$t_{\alpha}^n = \bar{t} + t_{\alpha}\sigma$$

– среднего значения показателя надежности

$$\bar{t}_{\alpha}^n = \bar{t} - t_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

б) верхняя доверительная граница

– одиночного показателя надежности

$$t_{\alpha}^e = \bar{t} + t_{\alpha}\sigma$$

– среднего значения показателя надежности

$$\bar{t}_\alpha^e = \bar{t} + t_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

в) доверительный интервал

– одиночного показателя надежности

$$J_\alpha = t_\alpha^e - t_\alpha^n$$

– среднего значения показателя надежности

$$\bar{J}_\alpha = \bar{t}_\alpha^e - \bar{t}_\alpha^n$$

При законе распределения Вейбулла'

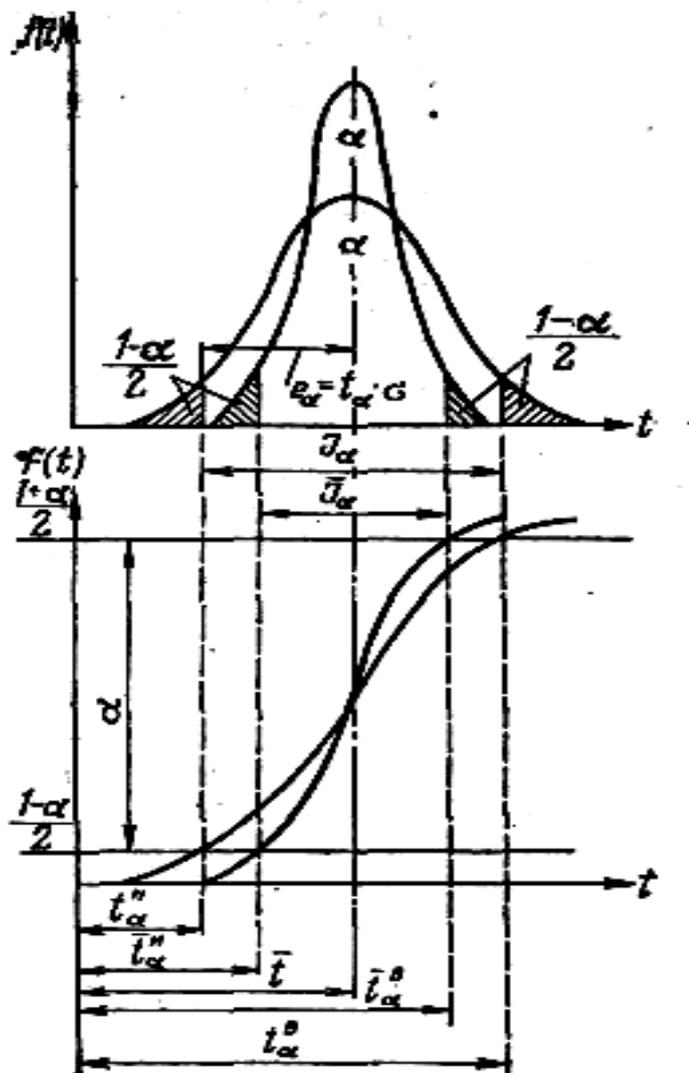
а) нижняя доверительная граница

– одиночного показателя надежности

$$t_\alpha^n = H_\kappa^e \left(\frac{1-\alpha}{2} \right) a + t_{cm}$$

– среднего значения показателя надежности

$$\bar{t}_\alpha^n = (\bar{t} - t_{cm})^e \sqrt[r_3]{r_3} + t_{cm}$$



б) *верхняя доверительная граница*

– одиночного показателя надежности

$$t_{\alpha}^{\epsilon} = H_{\kappa}^{\epsilon} \left(\frac{1 + \alpha}{2} \right) a + t_{cm}$$

– среднего значения показателя надежности

$$\bar{t}_{\alpha}^{\epsilon} = (\bar{t} - t_{cm})^{\epsilon} \sqrt{r_1} + t_{cm}$$

где r_1, r_3 – коэффициенты распределения Вейбулла Принимаются по таблице 9 приложения в зависимости от величины доверительной вероятности и числа наблюдений N (при $\alpha=0,95$ и $N=50$ $r_1=1,35$, $r_3=0,77$)

Абсолютная и относительная предельные ошибки переноса характеристик показателя надежности

Числовые значения характеристики показателя надежности изменяются в зависимости от количества наблюдаемых машин и условий их эксплуатации. Оценивают их изменения доверительными границами и доверительным интервалом

При расчетах характеристик показателя надежности и переносе их на другие группы машин той же марки необходимо оценивать наибольшую возможную ошибку этого переноса.

Наибольшая абсолютная ошибка переноса опытных характеристик показателя надежности при заданной α будет равна величине e_{α} в обе стороны от среднего значения показателя надежности (\bar{t}).

Относительная ошибка переноса независимо от принятого теоретического закона распределения случайных величин определяется в % от среднего значения показателя надежности \bar{t} по следующей зависимости

$$\delta = \frac{\bar{t}_{\alpha}^{\epsilon} - \bar{t}}{\bar{t} - t_{cm}} 100\%$$

Следует иметь в виду, что применительно к условиям сельского хозяйства относительная ошибка переноса, определяемая при односторонней доверительной вероятности, не должна превышать 20%. В противном случае необходимо увеличивать объем информации (выборки).

Определение количества наблюдаемых машин и их элементов при оценке показателя надежности.

Приведенные выше зависимости показывают, что точность полученных оценок показателей надежности зависит от числа объектов наблюдений (измерений). С увеличением количества объектов наблюдений точность повышается. Так как испытание на надежность требует значительных затрат времени и средств, которые возрастают с увеличением количества испытуемых объектов, возникает необходимость определения

количества машин, необходимых для испытаний при условии получения результатов с заданной точностью.

В теории вероятностей получены уравнения, связывающие величину относительной ошибки и количество объектов в выборке:

а) для нормального закона распределения

$$\frac{\delta}{V}$$

б) для закона распределения Вейбулла

$$(\delta - 1)^b$$

Для упрощения расчетов по этим формулам составлена статистическая таблица. Определение необходимого числа испытываемых машин выполняется в следующей последовательности:

– задаются величиной доверительной вероятности (α обычно 0,8 или 0,9) и величиной относительной ошибки δ не более 20%;

– по коэффициенту вариации V или параметру b определяют значение левой части уравнений;

– по таблице определяют количество объектов наблюдений, необходимых для расчета показателей надежности или коэффициента годности изношенных деталей.

С целью сокращения объема испытаний применяются ускоренные испытания машин на стендах, полигонах и машиноиспытательных станциях.

ИСПЫТАНИЕ ТЕХНИКИ НА НАДЕЖНОСТЬ

Оценку надежности проводят на каждой стадии жизненного цикла объектов: проектирования, производства и эксплуатации.

Надежность во многом зависит от качества отработки конструкции машин при проектировании. По данным машиноиспытательных станций, примерно 8...20% отказов происходит из-за конструкционных недоработок. На этом этапе показатели надежности определяют расчетным путем на основе априорной информации о надежности комплектующих изделий, отдельных сборочных единиц или машин-аналогов. Для получения необходимой информации часто проводят специальные исследовательские испытания.

Важный этап в повышении надежности сельскохозяйственной техники – технологическая подготовка производства. Для разных групп машин 20...60 % дефектов, обнаруженных при испытании, связаны с нарушениями технологии производства. К основным причинам возникновения дефектов относятся: отступление от чертежей -- 17,3...17,8 %; низкое качество сварки – 11,3...12,8; низкое качество сборки, регулировки и подтяжки креплений – 14,1...17,9%.

Приняты законодательные акты по защите прав потребителей. В связи с этим заводы проводят работу по обеспечению стабильности показателей качества в соответствии с заявленным. Проверка и контроль систем обеспечения качества выпускаемой продукции – обязательное условие для выдачи сертификата качества.

Составной элемент систем контроля качества – контрольные испытания, сбор и анализ рекламаций по реализованной продукции, данные по отказам, поступающим от пунктов гарантийного ремонта официальных дилеров, наблюдение, обследование работы сельскохозяйственной техники в условия эксплуатации. Наиболее полная и достоверная информация о надежности изделий может быть получена только в ходе испытаний.

Испытания сельскохозяйственной техники на надежность проводят заводы-изготовители, научно-исследовательские организации и специализированные машиноиспытательные станции (МИС), расположенные в различных почвенно-климатических зонах России. Испытания проводят для опытных, модернизированных, серийных или отремонтированных объектов. В соответствии с программой в качестве объектов испытаний могут быть и отдельные сборочные единицы машин или комплектующие изделия.

Объект испытаний:

Образцы – при испытании свойств материала, определяющих надежность изделия (на износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость)

Сопряжения и кинематические пары – когда изучается влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на срок службы сопряжений (подшипники, зубчатые колеса, муфты сцепления)

Узлы и машины, когда надо изучить взаимодействие отдельных механизмов и элементов конструкции на показатели надежности (КПП, задний мост, двигатель).

Машина в целом, когда учитываются все взаимодействия механизмов и узлов в машине, условия ее эксплуатации (стендовые и эксплуатационные испытания автомобилей).

Система машин, когда показатели надежности учитывают взаимодействие отдельных машин, связанных в единый производственный комплекс.

В зависимости от назначения испытания могут быть исследовательскими, контрольными или сравнительными.

В ходе исследовательских испытаний оценивают влияние различных факторов (условий работы, материалов, режимов работы, смазок, технологий изготовления и т. д.) на процессы изнашивания, трения, прочностные характеристики, интенсивность отказов или ресурс изделия.

Контрольные испытания проводят для подтверждения стабильности заявленных показателей надежности.

Сравнительные испытания служат основным видом приемочных

испытаний. В качестве базы для сравнения принимают: реально существующие изделия (аналоги), государственные или отраслевые стандарты или другие нормативные документы или условное изделие, которое представляет собой совокупность лучших на момент оценки показателей технического уровня.

При создании новых машин доводочные испытания проводят для отработки конструкции и доведения показателей надежности до нормативного уровня. Широко используют специальные стенды для испытаний как отдельных сборочных единиц, так и полнокомплектных изделий.

Создание новых или модернизированных образцов завершается предварительными испытаниями для оценки соответствия показателей технического уровня заданным требованиям.

Решение о постановке на производство созданной машины принимают по результатам приемочных испытаний, проводимых машиноиспытательными станциями. Показатели качества и технического уровня, полученные в ходе испытаний, сравнивают с результатами испытаний машины-аналога, агротехническими требованиями и показателями, заявленными заводом-изготовителем.

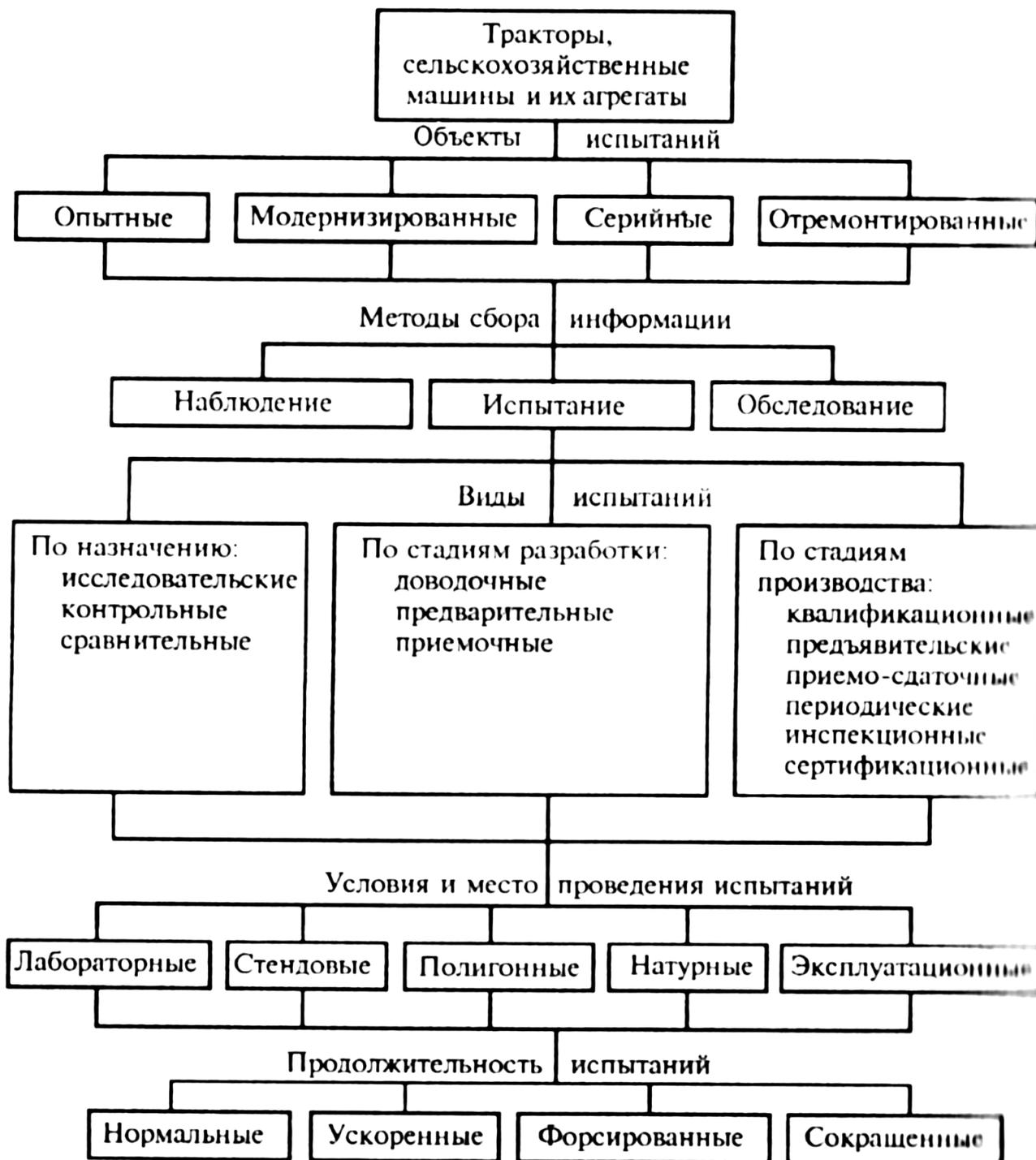
Изделия единичного заказа или отремонтированную технику передают заказчику по результатам приемо-сдаточных испытаний.

Периодические испытания проводят для контроля стабильности качества производимой продукции через установленные промежутки времени.

Контрольные периодические испытания изделий установочной серии (первого или второго года производства) считают, как квалификационные испытания. Они необходимы для определения готовности предприятий к серийному производству на основе отработанного производственного процесса.

Сертификат качества выдают специально аккредитованные испытательные лаборатории после сертификационных испытаний.

Испытания на надежность проводят в лабораторных условиях на специальных стендах, на специальных полигонах или при эксплуатации. В зависимости от продолжительности и нагрузочных режимов различают нормальные, ускоренные, форсированные или сокращенные испытания.



Классификация испытаний техники на надежность

Тип вы- борки	нис плана	испытаний	Выборка данных	Показатель надежности
1. Полная выборка	[NUN]	<p>x — отказ объекта</p>	Ресурсы: $R_1, R_2, \dots,$ R_N	Средняя наработка до отказа, средний ресурс
2. Одно- кратно усеченная выборка	[NUT]		Ресурсы: R_1, R_2, \dots, R_m Наработки: $T_1, T_2, \dots,$ T_{N-m}	Гамма-процентная наработка до отка- за, гамма-процент- ный ресурс
3. Много- кратно усеченная выборка	[NRT], [NMT]		Ресурсы: $R_{11}, R_{31}, \dots,$ R_{N1} Наработки: $T_1, T_2, \dots,$ T_N	Вероятность без- отказной работы, средняя наработка на отказ, коэффи- циент готовности

Рекомендуемые планы испытаний на надежность с.х. техники

ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ТЕСТЫ

1. Если дисперсию выборочной совокупности уменьшить в 4 раза, то ошибка выборки ...

1. уменьшится в 4 раза
2. увеличится в 4 раза
3. не изменится
4. уменьшится в 2 раза
5. увеличится в 2 раза

Правильный ответ: 4

Решение: Если дисперсию выборочной совокупности уменьшить в 4 раза, то ошибка выборки - уменьшится в 2 раза.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

2. Правило сложения дисперсий состоит в том, что

1. общая дисперсия равна сумме внутригрупповых дисперсий
2. межгрупповая дисперсия равна сумме внутригрупповых дисперсий
3. общая дисперсия равна сумме межгрупповой дисперсии и средней из внутригрупповых дисперсий
4. общая дисперсия равна сумме межгрупповых дисперсий

Правильный ответ: 3

Решение: Правило сложения дисперсий состоит в том, что общая дисперсия равна сумме межгрупповой дисперсии и средней из внутригрупповых дисперсий.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

3. Изменение значений признака у единиц совокупности в пространстве или во времени называется

1. величиной
2. результатом
3. вариацией
4. разностью
5. коэффициентом

Правильный ответ: 4

Решение: Изменение значений признака у единиц совокупности в пространстве или во времени называется – разностью.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

4. Коэффициент вариации представляет собой

1. процентное отношение среднего квадратического отклонения к средней арифметической
2. корень квадратный из отношения дисперсии к количеству единиц совокупности
3. процентное отношение дисперсии к средней арифметической
4. отклонение среднего линейного отклонения к дисперсии

Правильный ответ: 1

Решение: Коэффициент вариации представляет собой - процентное отношение среднего квадратического отклонения к средней арифметической.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

5. Среднее квадратическое отклонение рассчитывается как

1. корень квадратный из дисперсии
2. средняя квадратическая из квадратов отклонений вариант признака от его среднего значения
3. корень второй степени из среднего линейного отклонения
4. отношение дисперсии к средней величине варьирующего признака

Правильный ответ: 1;2

Решение: Среднее квадратическое отклонение рассчитывается как:
– корень квадратный из дисперсии;
– средняя квадратическая из квадратов отклонений вариант признака от его среднего значения.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

6. По времени регистрации фактов различают следующие виды наблюдения:

1. непрерывное
2. периодическое

3. сплошное
4. выборочное
5. текущее
6. монографическое
7. единовременное

Правильный ответ: 2; 5; 7.

Решение: По времени регистрации фактов различают следующие виды наблюдения: – периодическое; – текущее; – единовременное.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

7. Сущность статистического наблюдения заключается

1. в сборе данных о массовых социально-экономических процессах и явлениях
2. в сводке и группировке исходных данных
3. в обработке статистических данных
4. в систематизации, анализе и обобщении статистических данных

Правильный ответ: 1

Решение: Сущность статистического наблюдения заключается - в сборе данных о массовых социально-экономических процессах и явлениях.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

8. Статистическое наблюдение проводится по заранее составленному плану, который рассматривает следующие вопросы:

1. организационные
2. познавательно-информационные
3. прогностические
4. аналитические
5. программно-методологические

Правильный ответ: 1; 5.

Решение: Статистическое наблюдение проводится по заранее составленному плану, который рассматривает следующие вопросы:
– организационные;
– программно-методологические.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. – 566 с.

9. Степень тесноты корреляционной связи можно измерить с помощью:

1. коэффициента корреляции
2. коэффициента вариации
3. корреляционного отношения
4. коэффициента регрессии
5. коэффициента асимметрии

Правильный ответ: 1; 3.

Решение: Степень тесноты корреляционной связи можно измерить с помощью:

- коэффициента корреляции;
- корреляционного отношения.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

10. Метод статистического анализа зависимости случайной величины у от переменных

1. корреляционным анализом
2. регрессионным анализом
3. статистическим анализом
4. аналитическим анализом

Правильный ответ: 2

Решение: Метод статистического анализа зависимости случайной величины у от переменных - регрессионным анализом.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

11. Основными формами проявления взаимосвязей явлений и процессов являются связи:

1. прямые
2. линейные
3. нелинейные
4. функциональные
5. корреляционные

Правильный ответ: 4; 5.

Решение: Основными формами проявления взаимосвязей явлений и процессов являются связи:

- функциональные;
- корреляционные.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

12. Для изучения статистических взаимосвязей применяются следующие методы анализа:

1. регрессионный
2. факторный
3. корреляционный
4. аналитический

Правильный ответ: 1; 3.

Решение: Для изучения статистических взаимосвязей применяются следующие методы анализа:

- регрессионный;
- корреляционный.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

13. Если коэффициент корреляции равен единице, то между двумя величинами связь

1. отсутствует
2. прямая
3. обратная
4. функциональная

Правильный ответ: 4

Решение: Если коэффициент корреляции равен единице, то между двумя величинами связь – функциональная.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

14. По характеру вариаций статистические признаки подразделяются на:

1. количественные
2. первичные
3. альтернативные
4. дискретные
5. вторичные
6. непрерывные
7. вторичные

Правильный ответ: 3; 4; 6.

Решение: По характеру вариаций статистические признаки подразделяются на: – альтернативные; дискретные; непрерывные.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

15. Единица совокупности – это

1. первичный элемент статистической совокупности, являющийся носителем ее основных признаков

2. минимальное значение признака статистической совокупности

3. источник информации об объекте

4. количественная оценка свойства изучаемого объекта или явления

5. составной элемент объекта статистического наблюдения, который является носителем признаков, подлежащих регистрации

Правильный ответ: 1

Решение: Единица совокупности – это первичный элемент статистической совокупности, являющийся носителем ее основных признаков.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

16. К основным свойствам статистического наблюдения относятся:

1. массовость

2. достоверность

3. индивидуальность

4. однородность

5. систематичность

6. непрерывность

7. случайность

Правильный ответ: 1; 2; 5.

Решение: К основным свойствам статистического наблюдения относятся:

– массовость; достоверность; систематичность.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

17. Какие существуют формы выражения относительных величин:

1. Коэффициент корреляции;
2. Коэффициент роста;
3. Проценты (%);
4. Коэффициенты;
5. Абсолютный прирост;
6. Промилле (%).

Правильный ответ: 3; 4; 6.

Решение: Какие существуют формы выражения относительных величин:

– проценты (%); коэффициенты; промилле (%).

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

18. Какие показатели вариации применяются для оценки тесноты связи между экономическими показателями:

1. Коэффициент вариации;
2. Среднее линейное отклонение;
3. Дисперсия;
4. Среднее квадратическое отклонение;
5. Размах вариации.

Правильный ответ: 3; 4.

Решение: Какие показатели вариации применяются для оценки тесноты связи между экономическими показателями:

– дисперсия;
– среднее квадратическое отклонение.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. – 566 с.

19. Какой показатель вариации применяется для изучения сезонности производства:

1. Дисперсия;
2. Размах вариации;
3. Коэффициент вариации;
4. Среднее линейное отклонение;
5. Среднее квадратическое отклонение.

Правильный ответ: 3; 5.

Решение: Какой показатель вариации применяется для изучения сезонности производства:

- коэффициент вариации;
- среднее квадратическое отклонение.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

20. Какой из видов не сплошного наблюдения является основным, главным

1. Анкетное наблюдение;
2. Обследование основного массива;
3. Опрос (устный опрос);
4. Выборочное наблюдение;
5. Монографическое обследование;
6. Корреспондентский способ.

Правильный ответ: 4

Решение: Из видов не сплошного наблюдения является основным, главным - выборочное наблюдение.

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

21. Какой из способов отбора единиц в выборочную совокупность обеспечивает получение наиболее объективных результатов исследования

1. Типическая выборка;
2. Серийный (гнездовой) отбор;
3. Повторный отбор;
4. Механическая выборка (отбор);
5. Бесповторный отбор;
6. Собственно случайная выборка (отбор).

Правильный ответ: 5; 6.

Решение: Какой из способов отбора единиц в выборочную совокупность обеспечивает получение наиболее объективных результатов исследования:

- бесповторный отбор;
- собственно случайная выборка (отбор).

Статистика: учебник / И.И. Елисеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Высшее образование, 2008. - 566 с.

22. Вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта по назначению не предусматривается, определяется коэффициентом.....

1. Коэффициентом готовности.
2. Коэффициентом технического использования.
3. Коэффициентом оперативной готовности.

Правильный ответ – 1

Решение: Коэффициентом готовности - вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта по назначению не предусматривается.

Коэффициент готовности характеризует готовность объекта к функционированию, т.е. применению по назначению.

При расчете коэффициента готовности учитывают только оперативное время устранения отказа.

В.В. Курчаткин Надежность и ремонт машин [Текст]: учеб. пособие/ В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов. Под ред. В.В. Курчаткина.- М.: Колос, 2000.- С – 34

23. Коэффициент... - это отношение суммарного времени пребывания наблюдаемых объектов в работоспособном состоянии к произведению числа наблюдаемых объектов (N) на заданное время эксплуатации

1. Коэффициент готовности.
2. Коэффициент технического использования.
3. Коэффициент оперативной готовности.

Правильный ответ – 2

Решение: Коэффициент технического использования - это отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период.

В.В. Курчаткин Надежность и ремонт машин [Текст]: учеб. пособие/ В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов. Под ред. В.В. Курчаткина.- М.:Колос, 2000.- С – 35

24. Коэффициент ... - это вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала

1. Коэффициент готовности
2. Коэффициент технического использования
3. Коэффициент оперативной готовности

Правильный ответ – 3

Решение: Коэффициент оперативной готовности - это вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени.

В.В. Курчаткин Надежность и ремонт машин [Текст]: учеб. пособие / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов. Под ред. В.В. Курчаткина.– М.:К

25. В результате несовершенства конструкции объекта, при наличии ошибочных исходных данных для проектирования, ошибок при выборе кинематики механизмов, выполнении прочностных расчетов, неправильном назначении материала детали, технических требований на изготовление отдельных элементов и объекта в целом возникает.....отказ

1. Конструктивный.
2. Производственный.
3. Эксплуатационный.

Правильный ответ – 1

Решение: Конструктивный отказ – отказ, возникающий в результате несовершенства конструкции объекта, при наличии ошибочных исходных данных для проектирования, ошибок при выборе кинематики механизмов, выполнении прочностных расчетов, неправильном назначении материала детали, технических требований на изготовление отдельных элементов и объекта в целом.

В.В. Курчаткин Надежность и ремонт машин [Текст]: учеб. пособие / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов. Под ред. В.В. Курчаткина.- М.: Колос, 2000.- С – 15

ТЕСТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ

1. Основные свойства качества продукции можно условно разделить на пять групп:

1. эксплуатационные показатели и потребительские свойства;
2. надежность;
3. технологичность конструкции;
4. показатели технической эстетики и эргономические показатели;
5. степень стандартизации, унификации и взаимозаменяемости;
6. достоверность;
7. экономичность.

2. Объект с точки зрения надежности может находиться в одном из следующих состояний:

1. исправном;
2. неисправном;
3. работоспособном;
4. неработоспособном;
5. предельном;
6. эффективном;
7. окрашенном.

3. Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта – это:

1. отказ;
2. функционирование;
3. эксплуатация.

4. Какое событие обозначено на рисунке цифрой 1:

1. повреждение;
2. отказ;
3. ремонт.

5. Какое событие обозначено на рисунке цифрой 2:

1. повреждение;
2. отказ;
3. ремонт.

6. Какое событие обозначено на рисунке цифрой 4:

1. повреждение;
2. отказ;
3. ремонт.

7. Состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации -...

1. Исправное состояние.
2. Неисправное состояние.
3. Работоспособное состояние.
4. Неработоспособное состояние.
5. Предельное состояние.

8. Состояние объекта, при котором он не удовлетворяет хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации -...

1. Исправное состояние.
2. Неисправное состояние.
3. Работоспособное состояние.
4. Неработоспособное состояние.
5. Предельное состояние.

9. Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации -...

1. Исправное состояние.
2. Неисправное состояние.
3. Работоспособное состояние.
4. Неработоспособное состояние.
5. Предельное состояние.

10. Состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации-...

1. Исправное состояние.
2. Неисправное состояние.
3. Работоспособное состояние.
4. Неработоспособное состояние.
5. Предельное состояние.

11. Состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно-...

1. Исправное состояние.
2. Неисправное состояние.
3. Работоспособное состояние.

4. Неработоспособное состояние.
5. Предельное состояние.

12. Нарботка – продолжительность или объем работы объекта, измеряемые в...

1. часах;
2. моточасах;
3. гектарах;
4. километрах пробега;
5. миллиметрах;
6. килограммах.

13.....ремонт выполняют для восстановления исправности и полного (или близкого к полному) ресурса изделия с заменой или восстановлением любых составных частей, в том числе и базовых

1. Капитальный.
2. Текущий.
3. Внезапный.
4. Плановый.

14. Соответствие

Задание: найти соответствие определения.

Вопрос:

Восстанавливаемый объект – объект, для которого восстановление работоспособного состояния предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Невосстанавливаемый объект - восстановление работоспособного состояния которого не предусмотрено в нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Ремонтируемый объект – объект, ремонт которого возможен и предусмотрен нормативно-технической и (или) конструкторской документацией.

Неремонтируемый объект – объект, ремонт которого не возможен или не предусмотрен в нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

15. Какие объекты из списка относятся к неремонтируемым объектам

1. поршневые кольца;
2. фрикционные накладки тормозов;
3. фрикционные накладки сцеплений;
4. прокладки;
5. манжеты;
6. уплотнительные кольца;
7. коленчатый вал;
8. блок цилиндров.

16. По классификации все отказы делятся:

1. по причине возникновения;
2. характеру проявления;
3. взаимосвязи;
4. группам сложности;
5. способу обнаружений;
6. по экономическому критерию;
7. по эффективности.

17. Конструктивный, производственный, эксплуатационный – это отказы по:

1. по причине возникновения;
2. характеру проявления;
3. взаимосвязи;
4. группам сложности;
5. способу обнаружений;
6. по экономическому критерию;
7. по эффективности.

18. Внезапный, постепенный, перемежающийся - это отказы по:

1. по причине возникновения;
2. характеру проявления;
3. взаимосвязи;
4. группам сложности;
5. способу обнаружений;
6. по экономическому критерию;
7. по эффективности.

19. Независимый, зависимый - это отказы по:

1. по причине возникновения;
2. характеру проявления;
3. взаимосвязи;
4. группам сложности;
5. способу обнаружений;
6. по экономическому критерию;
7. по эффективности.

20. Первой, второй, третьей групп - это отказы по:

1. по причине возникновения;
2. характеру проявления;
3. взаимосвязи;
4. группам сложности;
5. способу обнаружений;
6. по экономическому критерию;
7. по эффективности.

21. Явный, скрытый – это отказы по:

1. по причине возникновения;
2. характеру проявления;
3. взаимосвязи;
4. группам сложности;
5. способу обнаружений;
6. по экономическому критерию;
7. по эффективности.

22. В результате несовершенства конструкции объекта, при наличии ошибочных исходных данных для проектирования, ошибок при выборе кинематики механизмов, выполнении прочностных расчетов, неправильном назначении материала детали, технических требований на изготовление отдельных элементов и объекта в целом возникает.....отказ

1. Конструктивный.
2. Производственный.
3. Эксплуатационный.

23. В результате неправильного назначения технологических процессов изготовления или восстановления деталей и сборки объекта или служат следствием нарушения принятой технологии, невыполнения технических требований на изготовление и сборку элементов и объекта в целом возникает..... отказ.

1. Конструктивный.
2. Производственный.
3. Эксплуатационный.

24. Вследствие использования объектов в условиях, для которых они не предназначались, нарушения правил эксплуатации (недопустимые перегрузки, невыполнение правил ТО, несвоевременное проведение регулировок, применение не соответствующих требованиям топливосмазочных материалов, несоблюдение правил транспортировки и хранения) возникает..... отказ

1. Конструктивный отказ
2. Производственный
3. Эксплуатационный

25. Вследствие вполне определенных причин (усталостное разрушение деталей, поломка деталей из-за внутренних дефектов или перегрузок, коробление деталей вследствие местных значительных перегревов и т. д.) возникает отказ, но с точки зрения эксплуатации возникают неожиданно

1. Конструктивный
2. Производственный
3. Эксплуатационный

4. Внезапный
5. Постепенный
6. Деградационный

26. Естественное старение и изнашивание (увеличение зазоров, ослабление посадок) является главной причиной...отказа

1. Конструктивного.
2. Производственного.
3. Эксплуатационного.
4. Внезапного.
5. Постепенного.
6. Деградационного.

27. Многократно возникающий самоустраняющийся отказ объекта одного и того же характера называется... отказом

1. Конструктивным.
2. Производственным.
3. Эксплуатационным.
4. Деградационным.
5. Перебегающим.

Соответствие

28. Найти соответствие определений

Ресурсный отказ – отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния.

По взаимосвязи отказы подразделяют на независимые и зависимые. Независимый отказ – отказ объекта, не обусловленный отказом другого объекта.

Зависимый отказ – отказ, не обусловленный другими отказами.

29. Какой вид отказа устраняют заменой или ремонтом деталей, расположенных снаружи агрегатов или сборочных единиц, или же путем внеочередного проведении операций ежесменного ТО (ЕТО) и периодических ТО (ТО-1 и ТО-2)

1. Отказы первой группы сложности
2. Отказы второй группы сложности
3. отказы третьей группы сложности

30. Какой вид отказа устраняют заменой или ремонтом легкодоступных сборочных единиц и агрегатов с раскрытием внутренних полостей основных агрегатов или проведением операций внеочередного ТО-3, Эти отказы можно устранять в полевых условиях, но с участием персонала передвижной ремонтной мастерской.

1. Отказы первой группы сложности

2. Отказы второй группы сложности
3. Отказы третьей группы сложности

31. Какой вид отказа устраняют, разбирая основные агрегаты в стационарных мастерских

1. Отказы первой группы сложности
2. Отказы второй группы сложности
3. Отказы третьей группы сложности

32. По способу обнаружения и я различают...отказы

1. явный;
2. скрытый;
3. постепенный;
4. деградационный
5. конструкционный

33. Отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к применению или в процессе его применения по назначению называется...

1. Явным.
2. Скрытым.
3. Постепенным.
4. Внезапным.
5. Конструкционным.

34. Отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования, но выявляемый при проведении ТО или специальными методами диагностирования называется...

1. Явным.
2. Скрытым.
3. Постепенным.
4. Внезапным.
5. Конструкционным.

35. Приспособленность объекта к контролю его технического состояния называется...

1. Контролепригодностью.
2. Доступностью.
3. Легкосъемностью.
4. Взаимозаменяемостью.

36. Приспособленность объекта к удобному выполнению операций ТО и ремонта с минимальным объемам балластных работ называется

1. Контролепригодностью.

2. Доступностью.
3. Легкосъемностью.
4. Взаимозаменяемостью.

37. Приспособленность агрегата, блока, сборочной единицы к замене с минимальными затратами времени и труда, а также приспособленность конструкции машины к операциям разборки и сборки называется.....

1. Контролепригодностью.
2. Доступностью.
3. Легкосъемностью.
4. Взаимозаменяемостью.
5. Блочностью.

38. Приспособленность конструкции к расчленению на отдельные агрегаты и сборочные единицы называется ...

1. Блочностью.
2. Контролепригодностью.
3. Доступностью.
4. Легкосъемностью.
5. Взаимозаменяемостью.
6. Соответствие

39. Найти соответствие коэффициентов

Вопрос:

коэффициент блочности	$K = N/N_o$
коэффициент легкосъемности	$K = 1 - \Delta T_{DM}/T_{DM}$
коэффициент доступности	$K = T_{осн}/(T_{осн} + T_{доп})$
коэффициент контролепригодности	$K = N_{бс}/(N_c + N_{бс})$

40. Найти соответствие показателя надежности его определению

Вопрос:

Расчетный показатель – показатель надежности, значения которого определяют расчетным методом.

Экспериментальный показатель – показатель надежности, точечную или интервальную оценку которого определяют по данным эксплуатации.

Экстраполированный показатель – показатель надежности, точечную или интервальную оценку которого определяют на основании результатов расчетов, испытаний и (или) эксплуатационных данных путем экстраполирования на другую продолжительность эксплуатации и другие условия эксплуатации.

41. Условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник – это.....

1. Интенсивность отказов.

2. Эффективность отказов.
3. Условность отказов.

42. $P(t) = e^{-\lambda t}$ - данная формула выражает зависимость между

1. Вероятностью безотказной работы и интенсивностью отказов установлена зависимость.
2. Вероятность отказов и потоком отказов.
3. Вероятностью отказов и вероятностью безотказности.

43. Среднее число отказов до наработки t , приближенно характеризующее поток отказов (безотказность), определяют по формуле:

1. $m_{cp}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t)}{N}$
2. $\lambda(t) = 1/T_{cp}$
3. $P(t) = 1 - n(t)/N$

44. Интенсивность отказов определяется по формуле

1. $\lambda(t) = 1/T_{cp}$
2. $m_{cp}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t)}{N}$
3. $P(t) = 1 - n(t)/N$

45. Статистическая оценка для средней наработки до отказа даётся формулой

1. $T_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$
2. $m_{cp}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t)}{N}$
3. $P(t) = 1 - n(t)/N$

46. Вероятность безотказной работы за наработку (время) t определяется по формуле:

1. $P(t) = 1 - n(t)/N$
2. $\lambda(t) = 1/T_{cp}$
3. $m_{cp}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t)}{N}$

Соответствие

47. Найти соответствие формулы и названия

1. Интегральная функцией распределения наработки до отказа $F(t) = 1 - P(t)$
2. Плотность распределения наработки до отказа: $f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{dP(t)}{dt}$
3. Вероятность отказа $Q(t) = 1 - P(t) = F(t)$

48. Ремонтпригодность оценивается следующими показателями:

1. вероятностью восстановления;
2. гамма-процентным временем восстановления работоспособного состояния;
3. средним временем восстановления работоспособного состояния;
4. интенсивностью восстановления;
5. средним временем восстановления;
6. средней наработкой;
7. сроком гарантии.

49. Вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта по назначению! не предусматривается, определяется коэффициентом.....

1. Коэффициентом готовности.
2. Коэффициентом технического использования.
3. Коэффициентом оперативной готовности.

50. Коэффициент... – это отношение суммарного времени пребывания наблюдаемых объектов в работоспособном состоянии к произведению числа наблюдаемых объектов (N) на заданное время эксплуатации

1. Коэффициент готовности.
2. Коэффициент технического использования.
3. Коэффициент оперативной готовности.

51. Коэффициент ... – это вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала

1. Коэффициент готовности
2. Коэффициент технического использования
3. Коэффициент оперативной готовности

Соответствие определения

52. Определить соответствие внешних факторов действия на детали и результатов действия

Под действием силового поля происходит – пластическое деформирование, хрупкое и вязкое разрушение в виде трещин, усталостное разрушение.

Под действием теплового поля – трещины, изменяется структура металла. Под действием электрического поля – плавление и разрушение контактирующих поверхностей.

Под действием магнитного поля – размагничивание.

Под действием звукового поля – вибрация и усталостное разрушение.

Под действием светового поля – потеря пластичности резинотехнических изделий.

53. В деталях, подвергающихся действию растяжения — сжатия, изгиба и кручения валы, оси, зубья зубчатых колес, тяги, рычаги, балки, сварные соединения и т. д. наблюдаются...

1. Усталостные разрушения
2. Потеря упругости
3. Вибрационные разрушения
4. Размагничивание

54. Существуют различные виды коррозии, которые классифицируются по следующим признакам:

1. по геометрии распространения;
2. по характеру взаимодействия металла со средой;
3. по типу коррозионной среды;
4. по характеру дополнительных воздействий;
5. по степени коррозии;
6. по внешним признакам;
7. по содержанию.

55. При микросмещениях двух поверхностей друг относительно друга до перехода к относительному движению возникает.....

1. Трение покоя.
2. Трение движения.
3. Трение скольжения.
4. Трение качения.

56. Трение, при котором скорости тел в точке касания различны как по значению, так и по направлению или только по одному из этих показателей называется трением

1. Трение покоя.
2. Трение движения.
3. Трение скольжения.
4. Трение качения.

57. Для объяснения природы трения и изнашивания при механическом истирании существуют 3 теории, дополняющие и уточняющие друг друга

1. Механическая.
2. Молекулярная.
3. Молекулярно-механическая.
4. Химическая.
5. Биологическая.
6. Физико-химическая.

58. В какой теории трения взаимодействия поверхностей при трении объясняется результатом механического зацепления или внедрения шероховатостей трущихся поверхностей.

1. Механической.
2. Молекулярной.
3. Молекулярно-механической.

59. Какая теория трения объясняет явления трения, исходя из сил молекулярного взаимодействия, возникающими между поверхностями

1. Механическая.
2. Молекулярная.
3. Молекулярно-механическая.

60. Какая теория трения основана на предположении, что трение имеет двойную природу и обусловлено как взаимным внедрением отдельных выступов поверхности, так и силами молекулярного взаимодействия двух тел

1. Механическая.
2. Молекулярная.
3. Молекулярно-механическая.

61. При движении жидкости относительно твердого тела возникающие пузырьки газа разрываются вблизи поверхности, что создает местное повышение давления или температуры, образуй язвы и сплошную перфорацию детали, называемое ... изнашиванием.

1. Кавитационным.
2. Эрозионным.
3. Механическим.
4. Абразивным.

62. Перечислите мероприятия по снижению кавитационного изнашивания

1. уменьшение скорости относительного движения жидкости;
2. уменьшение скорости относительного движения поверхности детали;
3. конструктивными мероприятиями;
4. нагрев жидкости;
5. охлаждение поверхности;
6. тщательная герметизация.

63. В результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя происходит.....изнашивание.

1. Усталостное.
2. Абразивное.
3. Кавитационное.
4. Эрозионное.

64. В соприкасающихся поверхностях при малых колебательных относительных перемещениях возникает ... изнашивание, (сопряжение подшипник вал, вкладыш - шатун)

1. При фреттинге.
2. Усталостное.
3. Абразивное.
4. Кавитационное.
5. Эрозионное.

65. Вследствие схватывания при трении, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и действия возникающих неровностей на сопряженную поверхность возникает.....изнашивание.

1. При заедании
2. При фреттинге
3. Усталостное
4. Абразивное
5. Кавитационное
6. Эрозионное

66. Отношение величины износа ко времени, в течение которого он возник называется ... изнашивания

1. скоростью изнашивания;
2. интенсивностью изнашивания;
3. износостойкостью;
4. относительной износостойкостью.

67. Отношение величины износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или к объему выполненной работы называется изнашивания.

1. скоростью изнашивания;
2. интенсивностью изнашивания;
3. износостойкостью;
4. относительной износостойкостью.

68. Свойства материалов оказывать сопротивление изнашиванию в определённых, условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания называется.....

1. скорость изнашивания;
2. интенсивность изнашивания;
3. износостойкостью;
4. относительная износостойкость.

69. Отношение износостойкости испытываемого материала и материала, принятого за эталон, при изнашивании в одинаковых условиях называется.....

1. скоростью изнашивания;
2. интенсивностью изнашивания;
3. износостойкостью;
4. относительной износостойкостью.

70. Износ деталей зависит от сочетания большого количества факторов не связанных между собой какими-либо зависимостями и изменяющимися под влиянием случайных факторов, таких как:

1. условия работы;
2. шероховатость поверхности;
3. вид и качество смазки;
4. скорость перемещения;
5. цвет лакокрасочного покрытия;
6. стаж водителя;
7. расход топлива;

71. К методам периодического определения износа относятся:

1. Органолептический.
2. Микрометрирование.
3. Взвешивание.
4. Метод искусственных баз.
5. Профилографирование поверхности.
6. Определение износа по содержанию продуктов износа в отработанном масле.
7. Метод поверхностной активации.
8. Пневмогидравлический метод.

72. К методам измерения износа в процессе испытания без остановки машины относятся:

1. Органолептический.
2. Микрометрирование.
3. Взвешивание.
4. Метод искусственных баз.
5. Профилографирование поверхности.
6. Определение износа по содержанию продуктов износа в отработанном масле.
7. Метод поверхностной активации.
8. Пневмогидравлический метод.

73. Какой метод измерения износа применяют при научных исследованиях:

- 1 Органолептический.

2. Взвешивание.
3. Метод искусственных баз
4. Профилографирование поверхности.
5. Метод поверхностной активации

74. Какой метод измерения износа из перечисленных является наиболее точным:

1. Метод искусственных баз.
2. Органолептический.
3. Взвешивание.
4. Профилографирование поверхности.
5. Метод поверхностной активации.

75. Предельные размеры и зазоры в сопряжениях могут быть установлены с использованием следующих методов:

1. метод аналитического расчета;
2. метод математической статистики
3. графический метод по кривым износа
4. метод искусственных баз
5. метод поверхностной активации
6. метод взвешивания

Соответствие

77. Из схемы определения ресурса детали можно определить $T = \frac{бв}{tg \alpha}$

1. полный ресурс детали $T_{дп}$;
2. предельный износ детали $I_{пр}$;
3. среднюю скорость изнашивания детали W_0 ;
4. износ детали в период приработки I_n ;
5. среднюю межремонтную наработку $T_{мр}$.

78. Перечислите исходные технические данные для определения полного ресурса и допустимых без ремонта размеров сопрягаемых деталей графическим способом:

1. средняя межремонтная наработка $T_{мр}$;
2. средняя скорость изнашивания $W_{вт}$ втулки мм/мотто-ч;
3. средняя скорость изнашивания $W_{вал}$ вала мм/мотто-ч;
4. размеры по чертежу (из технических условий на дефектацию сопряжения).
5. предельный износ;
6. полный ресурс сопряжения;
7. номинальный износ.

79. Какие факторы, влияющие на надежность работы сельскохозяйственной техники, относятся к объективным:

1. действие окружающей среды;
2. механические воздействия;
3. износ;
4. старение;
5. выбранная схема;
6. конструкция;
7. система ТО и ремонтов;
8. режимы работы.

80. Какие факторы, влияющие на надежность работы сельскохозяйственной техники, относятся к субъективным:

1. выбранная схема;
2. конструкция;
3. система ТО и ремонтов;
4. режимы работы;
5. действие окружающей среды;
6. механические воздействия;
7. износ;
8. старение.

81. Перечислите все виды событий, являющиеся результатами испытаний:

1. Достоверные.
2. Невозможные.
3. Не совместимые.
4. Совместимые.
5. Серийные.
6. Классификационные.
7. Традиционные.

82. Процесс замены опытных закономерностей теоретическими называется в теории вероятностей процессом.....статистической информации.

1. выравнивания;
2. сглаживания;
3. переноса;
4. дифференцирования;
5. интегрирования.

83. В теории надежности для выравнивания опытной информации используют большое количество различных законов распределения:

1. Нормальный (Гаусса).
2. Экспоненциальный.

3. Вейбулла.
4. Стьюдента.
5. Дифференциальный.
6. Интегральный.
7. Портера.

84. На рисунке обозначены значения показателя надежности соответственно:

1. среднее значение t_{cp} ;
 2. модальное значение t_{mo} ;
 3. медианное значение t_{me} .
- Выбрать правильные ответы

85. Перечислить числовые характеристики распределения случайной величины при отсутствии статистического ряда:

1. $t_{cp} = \sum_{i=1}^N \frac{t_i}{N}$
2. $D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [t_i - t_{cp}]^2$
3. $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [t_i - t_{cp}]^2}$
4. $t_{cp} = \sum_{i=1}^n t_{ci} P_i$
5. $D = \sum_{i=1}^n (t_{ci} - t_{cp})^2 P_i$
6. $\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n [t_{ci} - t_{cp}]^2 P_i}$

86. Перечислить числовые характеристики распределения случайной величины при наличии статистического ряда:

1. $t_{cp} = \sum_{i=1}^N \frac{t_i}{N}$
2. $D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [t_i - t_{cp}]^2$
3. $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [t_i - t_{cp}]^2}$
4. $t_{cp} = \sum_{i=1}^n t_{ci} P_i$
5. $D = \sum_{i=1}^n (t_{ci} - t_{cp})^2 P_i$
6. $\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n [t_{ci} - t_{cp}]^2 P_i}$

87. Различают следующие виды совокупности:

1. Статистическая совокупность.
2. Генеральная совокупность.
3. Выборочная совокупность.
4. Единичная совокупность.
5. Гарантийная совокупность.

88. По условию и месту проведения испытания делятся на:

1. Лабораторные.
2. Стендовые.
3. Полигонные.
4. Натурные.
5. Эксплуатационные.
6. Форсированные.
7. Ускоренные.
8. Сокращенные.

89. По стадиям разработки испытания делятся на:

1. Доводочные.
2. Предварительные.
3. Приемочные.
4. Лабораторные.
5. Стендовые.
6. Полигонные.
7. Натурные.
8. Эксплуатационные.

90. По назначению испытания делятся на:

1. Исследовательские.
2. Контрольные.
3. Сравнительные.
4. Лабораторные.
5. Стендовые.
6. Полигонные
7. Натурные
8. Эксплуатационные

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методичка полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд.4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. -416 с.
2. Ивченко Г.И., Медведев И.Ю. Введение в математическую статистику. Учебник. 2010 год. 600 стр.
3. Крянев А.В., Лукин Г.В., Удумян Д.К. Метрический анализ и обработка данных – Москва: Автономная некоммерческая организация «Издательство физико-математической литературы», 2012. – 280 с.
4. Северцев Н.А. Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации: Учебное пособие – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 435 с.
5. Селеванов А.И., Артемов Ю.Н. Теоретические основы ремонта и надежности сельскохозяйственной техники. М.: «Колос», 1978. – 248 с.
6. Сковородин В.Я., Тишкин П. В. Справочная книга по надежности сельскохозяйственной техники. – Л.: Лениздат, 1985. – 204 с.
7. Тарасов В.Н. Математическая теория надежности – Самара: Учебная и научная литература Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, 2023. – 190 с.
8. Тимошенко С.П., Симонов Б.М., Горошко В.Н. Основы теории надежности: учебник и практикум для вузов — М.: Издательство Юрайт, 2024. — 445 с.

ШАЙЛИЕВ Рустам Шарунович
БАЛОВ Беслан Владимирович

**ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ
НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся
направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Корректор Чагова О.Х.
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 10.02.2025 г.
Формат 60x84/16
Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 3,48
Заказ № 5038
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен
в Библиотечно-издательском центре СКГА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36

