

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»)**

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДЕНА
протоколом заседания
методической комиссии факультета
№ 4 от «19» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Надежность технических систем»

Направление подготовки / специальность	35.03.06 «Агроинженерия»
Направленность, профили	Технический сервис в агропромышленном комплексе
Уровень образовательной программы	Бакалавриат
Форма обучения	Очная, Заочная, Очно-заочная
Трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	6
Трудоемкость дисциплины, час.	108

Разработчик:

Профессор кафедры технического сервиса и механики, доктор
технических наук

А.М. Баусов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой технического сервиса и механики

В.В. Терентьев

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целями являются приобретение студентом знаний по оценке надежности технических систем, разработке и осуществлению мероприятий по ее повышению, а также изучение способов повышения доремонтного и послеремонтного уровней надежности; правил проведения испытаний машин на надежность.

Задачи:

- выполнить расчет полной информации по безотказности сельскохозяйственной техники;
- выполнить расчет показателей долговечности на примере многократно-усеченной информации;
- провести расчет технико-экономических показателей по оценке уровня ремонтпригодности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным планом дисциплина относится к*

Части, формируемой участниками образовательных отношений

Статус дисциплины** вариативная

Обеспечивающие (предшествующие) дисциплины

«Математика», «Физика», «Химия», «Тракторы и автомобили», «Сельскохозяйственные машины», «Смазочные материалы», «Гидравлика», «Материаловедение и технология конструктивных материалов», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Технология машиностроения», «Электрооборудование», «Основы производственной эксплуатации техники», «Обслуживание машин»

Обеспечиваемые (последующие) дисциплины

Государственная итоговая аттестация

* базовой / вариативной

** обязательная / по выбору / факультативная

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) (ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ)

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Номер(а) раздела(ов) дисциплины (модуля), отвечающего(их) за формирование данного(ых) индикатора(ов) достижения компетенции
ПК-4. Способен обеспечивать работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий	ПК-4.1. Обеспечивает работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин.	1-7

технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин.		
ПК-5. Способен организовать материально-техническое обеспечение инженерных систем (сельскохозяйственная техника и оборудование).	ПК-5.. Организует материально-техническое обеспечение инженерных систем (сельскохозяйственная техника и оборудование).	1-7

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Содержание дисциплины (модуля)

4.1.1. Очная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		
1. Понятие о качестве и надежности технических систем							
1.1.	Ведение. Основные понятия и определения.	0,5	-	-	1	Р, Э	Лекция
1.2.	Определение надежности машин. Основные свойства надежности. Структура надежности.	0,5	-	-	1	Р,Т, Э	Лекция
1.3.	Единичные и комплексные, расчетные, экспериментальные, групповые и индивидуальные показатели надежности. Основные задачи, решаемые инженером с применением знаний в области надежности сельскохозяйственной техники.	1	-	-	1	УО, Т, Э	Лекция
2. Физические основы надежности							
2.1.	Классификация отказов сельскохозяйственных машин	2	-	-	1	Р, Э	Лекция
2.2.	Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность объектов.		-	-	2	Р, Э	Лекция
2.3.	Механо-физико-химическая природа внешнего трения твердых тел.		-	-	2	Р, Э	Лекция
2.4.	Виды и закономерности изнашивания деталей машин.		-	-	2	УО, Т, Э	Лекция
2.5.	Предельные значения износов и повреждений. Критерии и методы обоснования		-	-	2	УО, Т, Э	Лекция

	предельного состояния деталей и соединений. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования						
3. Методы расчета показателей надежности							
3.1.	Сбор статистической информации о надежности объектов.	2	–		1	УО, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.2.	Полная, усеченная и многократно усеченная информации. Методика обработки полной информации: составление вариационного и статистического рядов выборки: расчет сдвига начала рассеивания, среднего значения и характеристики рассеивания показателя надежности; проверка информации на выпадающие точки, коэффициента вариации.		2		1	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.3.	Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности статистической выборки и выравнивание их теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла.		3		2	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.4.	Определение критерия согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности; определение параметров распределения; расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки переноса.		2		2	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
4. Графические методы обработки информации по показателям надежности							
4.1.	Методика обработки усеченной информации: составление сводной ведомости информации; выбор контрольных точек; определение координат выбранных точек; построение интегральных прямых закона нормального распределения и закона распределения Вейбулла.	2	3		2	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
4.2.	Расчет критерия согласия и выбор теоретического закона распределения; определение параметров теоретического закона распределения.		3		2	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
4.3.	Особенности обработки многократно усеченной информации.		2		1	УО, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
5. Испытания машин на надежность							

5.1.	Назначение испытаний. Классификация испытаний на надежность. Планирование испытаний на надежность. Рекомендуемые планы испытаний на надежность и методика их выбора. Сравнительная эффективность планов испытаний; коэффициенты вариации ресурса изделий машиностроения; формулы для расчета параметров плана испытаний; порядок расчета объема выборки.		–	–	2	Р, Э	Лекция
5.2.	Испытания в условиях рядовой и подконтрольной эксплуатации. Испытания машин на полигонах и машиноиспытательных станциях. Ускоренные и имитационные испытания. Методы и средства ускоренных испытаний, условия подбора, коэффициент ускорения и т.д. Испытания на износостойкость, усталостную и коррозионную стойкость.	2	1		2	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
5.3.	Методы и средства диагностирования технического состояния машин. Прогнозирование показателей надежности. Организация и проведение испытаний.		1		2	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6. Надежность сложных систем							
6.1.	Надежность типовых элементов машин: валов, соединений с натягом, резьбовых и сварных соединений, зубчатых, цепных и клиноремённых передач, подшипников, предохранительных муфт.		1		2	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6.2.	Вероятность безотказной работы систем с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов. Резервирование.	1	1		2	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6.3.	Прогнозирование надежности деталей, агрегатов и машин.		2		2	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6.4.	Методы обеспечения безопасной работы сложных систем.		1		2	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
7. Методы повышения надежности технических систем							
7.1.	Обеспечение высокого первоначального уровня надежности при конструировании машин. Оптимизация надежности при	1	–	–	2	Р, Э	Лекция.

	конструировании и производстве машин.						
7.2.	Технологические методы обеспечения доремонтного уровня надежности машин.	1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ	
7.3.	Технологические методы обеспечения послеремонтного уровня надежности.	1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ	
7.4.	Обеспечение и повышение надежности при эксплуатации техники.	1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ	
7.5.	Методы контроля и обеспечения надежности объектов при эксплуатации.	1		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ	

4.1.2. Заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		
1. Понятие о качестве и надежности технических систем							
1.1.	Введение. Основные понятия и определения.	0,2	-	-	1	Р, Э	Лекция
1.2.	Определение надежности машин. Основные свойства надежности. Структура надежности.	0,2	-	-	1	Р,Т, Э	Лекция
1.3.	Единичные и комплексные, расчетные, экспериментальные, групповые и индивидуальные показатели надежности. Основные задачи, решаемые инженером с применением знаний в области надежности сельскохозяйственной техники.	0,5	-	-	1	УО, Т, Э	Лекция
2. Физические основы надежности							
2.1.	Классификация отказов сельскохозяйственных машин	1	-	-	1	Р, Э	Лекция
2.2.	Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность объектов.		-	-	1	Р, Э	Лекция
2.3.	Механо-физико-химическая природа внешнего трения твердых тел.		-	-	1	Р, Э	Лекция

2.4.	Виды и закономерности изнашивания деталей машин.		-	-	1	УО, Т, Э	Лекция
2.5.	Предельные значения износов и повреждений. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования		-	-	1	УО, Т, Э	Лекция
3. Методы расчета показателей надежности							
3.1.	Сбор статистической информации о надежности объектов.	1	-		1	УО, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.2.	Полная, усеченная и многократно усеченная информации. Методика обработки полной информации: составление вариационного и статистического рядов выборки: расчет сдвига начала рассеивания, среднего значения и характеристики рассеивания показателя надежности; проверка информации на выпадающие точки, коэффициента вариации.		0,5		1	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.3.	Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности статистической выборки и выравнивание их теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла.		0,5		1	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.4.	Определение критерия согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности; определение параметров распределения; расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки переноса.		0,5		1	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
4. Графические методы обработки информации по показателям надежности							
4.1.	Методика обработки усеченной информации: составление сводной ведомости информации; выбор контрольных точек; определение координат выбранных точек; построение интегральных прямых закона нормального распределения и закона распределения Вейбулла.	1	0,5		1	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
4.2.	Расчет критерия согласия и выбор теоретического закона распределения; определение параметров теоретического		1		1	УО, Т, ВПр, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ

	закона распределения.						
4.3.	Особенности обработки многократно усеченной информации.		0,5		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
5. Испытания машин на надежность							
5.1.	Назначение испытаний. Классификация испытаний на надежность. Планирование испытаний на надежность. Рекомендуемые планы испытаний на надежность и методика их выбора. Сравнительная эффективность планов испытаний; коэффициенты вариации ресурса изделий машиностроения; формулы для расчета параметров плана испытаний; порядок расчета объема выборки.	1	–	–	1	Р, Э	Лекция
5.2.	Испытания в условиях рядовой и подконтрольной эксплуатации. Испытания машин на полигонах и машиноиспытательных станциях. Ускоренные и имитационные испытания. Методы и средства ускоренных испытаний, условия подбора, коэффициент ускорения и т.д. Испытания на износостойкость, усталостную и коррозионную стойкость.		0,5		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
5.3.	Методы и средства диагностирования технического состояния машин. Прогнозирование показателей надежности. Организация и проведение испытаний.		1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6. Надежность сложных систем							
6.1.	Надежность типовых элементов машин: валов, соединений с натягом, резьбовых и сварных соединений, зубчатых, цепных и клиноремённых передач, подшипников, предохранительных муфт.	1	1		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6.2.	Вероятность безотказной работы систем с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов. Резервирование.		1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6.3.	Прогнозирование надежности деталей, агрегатов и машин.		1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6.4.	Методы обеспечения безопасной работы сложных систем.		0,5		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
7. Методы повышения надежности технических систем							

7.1.	Обеспечение первоначального уровня надежности при конструировании машин. Оптимизация надежности при конструировании и производстве машин.	0.6	-	-	1	Р, Э	Лекция.
7.2.	Технологические методы обеспечения доремонтного уровня надежности машин.		0,5		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
7.3.	Технологические методы обеспечения послеремонтного уровня надежности.		0,5		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
7.4.	Обеспечение и повышение надежности при эксплуатации техники.		0,5		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
7.5.	Методы контроля и обеспечения надежности объектов при эксплуатации.		0,5		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, ЗКП – защита курсового проекта, З – зачет. * Э – экзамен, З – зачет, ЗаО – зачет с оценкой, КП – курсовой проект, КР – курсовая работа, К – контрольная работа.

4.1.3. Очно-заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		
1. Понятие о качестве и надежности технических систем							
1.1.	Введение. Основные понятия и определения.	2	2	-	1	Р, Э	Лекция
1.2.	Определение надежности машин. Основные свойства надежности. Структура надежности.	2	2	-	1	Р,Т, Э	Лекция
1.3.	Единичные и комплексные, расчетные, экспериментальные, групповые и индивидуальные показатели надежности. Основные задачи, решаемые инженером с применением знаний в области надежности сельскохозяйственной техники.	2	1	-	1	УО, Т, Э	Лекция
2. Физические основы надежности							

2.1.	Классификация отказов сельскохозяйственных машин	2	-	-	0,5	Р, Э	Лекция
2.2.	Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность объектов.		-	-	0,5	Р, Э	Лекция
2.3.	Механо-физико-химическая природа внешнего трения твердых тел.		-	-	1	Р, Э	Лекция
2.4.	Виды и закономерности изнашивания деталей машин.		-	-	1	УО, Т, Э	Лекция
2.5.	Предельные значения износов и повреждений. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования		-	-	1	УО, Т, Э	Лекция
3. Методы расчета показателей надежности							
3.1.	Сбор статистической информации о надежности объектов.	2	-		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.2.	Полная, усеченная и многократно усеченная информации. Методика обработки полной информации: составление вариационного и статистического рядов выборки: расчет сдвига начала рассеивания, среднего значения и характеристики рассеивания показателя надежности; проверка информации на выпадающие точки, коэффициента вариации.		1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.3.	Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности статистической выборки и выравнивание их теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла.		1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
3.4.	Определение критерия согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности; определение параметров распределения; расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки переноса.		1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
4. Графические методы обработки информации по показателям надежности							
4.1.	Методика обработки усеченной информации: составление сводной ведомости информации; выбор контрольных точек;		3		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ

	определение координат выбранных точек; построение интегральных прямых закона нормального распределения и закона распределения Вейбулла.					
4.2.	Расчет критерия согласия и выбор теоретического закона распределения; определение параметров теоретического закона распределения.	1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
4.3.	Особенности обработки многократно усеченной информации.	1		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
5. Испытания машин на надежность						
5.1.	Назначение испытаний. Классификация испытаний на надежность. Планирование испытаний на надежность. Рекомендуемые планы испытаний на надежность и методика их выбора. Сравнительная эффективность планов испытаний; коэффициенты вариации ресурса изделий машиностроения; формулы для расчета параметров плана испытаний; порядок расчета объема выборки.	1	–	1	Р, Э	Лекция
5.2.	Испытания в условиях рядовой и подконтрольной эксплуатации. Испытания машин на полигонах и машиноиспытательных станциях. Ускоренные и имитационные испытания. Методы и средства ускоренных испытаний, условия подobia, коэффициент ускорения и т.д. Испытания на износостойкость, усталостную и коррозионную стойкость.	2		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
5.3.	Методы и средства диагностирования технического состояния машин. Прогнозирование показателей надежности. Организация и проведение испытаний.	1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6. Надежность сложных систем						
6.1.	Надежность типовых элементов машин: валов, соединений с натягом, резьбовых и сварных соединений, зубчатых, цепных и клиноремённых передач, подшипников, предохранительных муфт.	2		1	УО, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ
6.2.	Вероятность безотказной работы систем с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов.	1		1	УО, Т, ВПР, Э	Лекция. Выполнение расчетных работ

	Резервирование.									
6.3.	Прогнозирование надежности деталей, агрегатов и машин.		1		1	УО, Т, ВПр, Э				Лекция. Выполнение расчетных работ
6.4.	Методы обеспечения безопасной работы сложных систем.		2		0,5	УО, ВПр, Э				Лекция. Выполнение расчетных работ
7. Методы повышения надежности технических систем										
7.1.	Обеспечение высокого первоначального уровня надежности при конструировании машин. Оптимизация надежности при конструировании и производстве машин.	2	-	-	1	Р, Э				Лекция.
7.2.	Технологические методы обеспечения доремонтного уровня надежности машин.		3		0,5	УО, Т, ВПр, Э				Лекция. Выполнение расчетных работ
7.3.	Технологические методы обеспечения послеремонтного уровня надежности.		3		Ю,5	УО, Т, ВПр, Э				Лекция. Выполнение расчетных работ
7.4.	Обеспечение и повышение надежности при эксплуатации техники.		3		0,5	УО, Т, ВПр, Э				Лекция. Выполнение расчетных работ
7.5.	Методы контроля и обеспечения надежности объектов при эксплуатации.		1		1	УО, ВПр, Э				Лекция. Выполнение расчетных работ

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, ЗКП – защита курсового проекта, З – зачет. * Э – экзамен, З – зачет, ЗаО – зачет с оценкой, КП – курсовой проект, КР – курсовая работа, К – контрольная работа.

4.2. Распределение часов дисциплины (модуля) по семестрам

4.2.1. Очная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лекции	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-
Лабораторные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Практические	-	-	-	-	-	-	26	-	-	-
Итого контактной работы	-	-	-	-	-	-	38	-	-	-
Самостоятельная работа	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-
Форма контроля	-	-	-	-	-	-	Э	-	-	-

4.2.2. Заочная форма:

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

Темы индивидуальных заданий:

не планируется.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

Переход объекта из одного технического состояния в другое.

Примеры единичных и комплексных нормативных и фактических показателей надежности с.-х. техники.

Классификация испытаний на надежность.

Испытания машин на полигонах и машиноиспытательных станциях.

Методы и средства ускоренных испытаний, условия подобия, коэффициент ускорения.

Организация и проведение испытаний машин на надежность.

Темы курсовых проектов/работ:

не планируется

Темы для выполнения практических работ:

Тема №1 «Определение коэффициентов годности и восстановления детали на основе исследования ее износа»

Тема №2 «Определение износа и остаточного ресурса деталей»

Тема №3 «Определение полного ресурса сопряжения и допустимых без ремонта размеров сопрягаемых деталей в месте их наибольшего износа»

Тема №4 «Определение технического ресурса звена гусеницы трактора класса 3 кН по результатам стендовых испытаний»

Выполнение рефератов по разделам:

Введение. Основные понятия и определения.

Определение надежности машин. Основные свойства надежности. Структура надежности.

Классификация отказов сельскохозяйственных машин.

Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность объектов.

Механо-физико-химическая природа внешнего трения твердых тел.

Назначение испытаний. Классификация испытаний на надежность. Планирование испытаний на надежность.

Обеспечение высокого первоначального уровня надежности при конструировании машин.

Оптимизация надежности при конструировании и производстве машин.

Выполнение тестовых заданий.

5.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

контроль практических занятий производится оцениванием отчетов, составленных студентами по результатам выполненных работ;

контроль усвоения материала проводится устным опросом, проведением тестирования, проверкой выполненного реферата, сдачей экзамена обучающимся. При необходимости преподаватель может провести проверку конспекта лекций обучающегося.

5.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

Методические указания.

Основную и дополнительную учебную литературу.

Рекомендуемые онлайн-источники и интернет ресурсы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Основная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины (модуля)

1. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи. [Электронный ресурс] / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/87584> — Загл. с экрана.

2. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56608> — Загл. с экрана.

6.2. Дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины (модуля)

Л.С. Ермолов и др. Основы надежности сельскохозяйственной техники. — М.: Колос, 1982. — 271 с., ил. **42 экз**

Зубарев, Ю.М. Основы надежности машин и сложных систем. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2017. — 180 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91074> — Загл. с экрана.

Зубарев, Ю.М. Технологическое обеспечение надежности эксплуатации машин. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90008> — Загл. с экрана.

6.3. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины (модуля)

ЭБС издательства «Лань» / Точка доступа: <https://e.lanbook.com>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электронная библиотека / Точка доступа: <http://window.edu.ru>

6.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Надежность технических систем: методические указания и варианты заданий по выполнению расчетных работ / сост. А.М. Баусов., А.М. Абаляхин, В.В. Терентьев, А.А. Гвоздев. — Иваново: ИГСХА имени Д.К. Беляева, 2017. — 68 с.

Разработка операционных технологических карт на восстановление деталей: учеб.-метод. пособие для вып. курс. и дипл. проектов / сост. А. А. Гвоздев. — Иваново: ИГСХА, 2006. — 76 с.

6.5. Информационные справочные системы, используемые для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)

6.6. Программное обеспечение, используемое для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости) (при необходимости)

Операционная система типа Windows

Интернет-браузеры

Microsoft Office, Open Office.

Графические редакторы (CAD-системы): Компас-3D

6.7. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

Сайт электронного обучения Ивановской ГСХА / Точка доступа: <http://ivgsxa.ru/moodle/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Краткий перечень основного оборудования
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2.	Учебная аудитория для проведения	укомплектована специализированной (учебной)

	занятий семинарского типа	мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
3.	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
4.	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
5.	Помещение для самостоятельной работы	укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
6.	Учебная аудитория для проведения практических занятий	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
7.	Лаборатория ремонта машин	Ноутбук, проектор, экран, доска меловая;
8.	Лаборатория эксплуатации машинно-тракторного парка	Доска классная, мел

Приложение № 1
к рабочей программе по дисциплине (модулю)
Надежность технических систем

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

«Надежность технических систем»

1. Перечень компетенций, формируемых на данном этапе

1.1. Очная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	2	3	4
ПК-4. Способен обеспечивать работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин.	ПКС-4.1. Обеспечивает работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин.	Э	Комплект экзаменационных билетов
ПК-5. Способен организовать материально-техническое обеспечение инженерных систем (сельскохозяйственная техника и оборудование).	ПК-5.1. Организует материально-техническое обеспечение инженерных систем (сельскохозяйственная техника и оборудование).	Э	Комплект экзаменационных билетов

1.2. Заочная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	2	3	4
ПК-4. Способен обеспечивать работоспособность машин и оборудования с использованием современных технол.	ПК-4.1. Обеспечивает работоспособность машин и оборудования с использованием современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин.	Э	Комплект экзаменационных билетов

ПК-5. Способен организовать материально-техническое обеспечение инженерных систем (сельскохозяйственная техника и оборудование).	ПК-5.1. Организует материально-техническое обеспечение инженерных систем (сельскохозяйственная техника и оборудование).		
--	---	--	--

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КЛ – конспект лекции, КР – контрольная работа, ВЛР – выполнение лабораторной работы, ВПР – выполнение практической работы, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, ЗКР – защита курсовой работы, ЗКП – защита курсового проекта, Э – экзамен, З – зачет.

2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на данном этапе их формирования

Показатели	Критерии оценивания*			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной

	(профессиональных) задач	для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	решения стандартных практических (профессиональных) задач	мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

* Преподаватель вправе изменить критерии оценивания в соответствии с ФГОС ВО и особенностями ОПОП.

3. Оценочные средства

Фонд оценочных средств по учебной дисциплине «Надежность технических систем» сформирован на ключевых принципах оценивания:

- валидности (объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения);
- надежности (использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений);
- справедливости (разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха);
- своевременности (поддержание развивающей обратной связи);
- эффективности (соответствие результатов деятельности поставленным задачам).

Оценивание компетенций обучающегося производится преподавателем в процессе проведения лабораторных занятий во время контактной работы с преподавателем, в процессе проверки выполнения тестовых заданий и защиты лабораторных работ, защиты реферата, а также сдачи обучающимся зачета по дисциплине в конце семестра.

3.1. Комплект тем для выполнения практических работ

3.1.1. Темы практических работ

Тема №1 «Определение коэффициентов годности и восстановления детали на основе исследования ее износа»

Тема №2 «Определение износа и остаточного ресурса деталей»

Тема №3 «Определение полного ресурса сопряжения и допустимых без ремонта размеров сопрягаемых деталей в месте их наибольшего износа»

Тема №4 «Определение технического ресурса звена гусеницы трактора класса 3 кН по результатам стендовых испытаний»

3.1.2. Методические материалы

Для выполнения практических работ обучающиеся делятся на группы по 3...4 человека. Выполнение одной практической работы занимает до 6-х академических часов. По результатам выполнения работ обучающиеся оформляют отчет по установленной форме. Отчет по результатам выполненных практических работ содержат следующие обязательные для выполнения пункты:

1. Цель работы;
2. Порядок выполнения (здесь дается описание проводимых опытов, исследований)
3. Описание полученных результатов (оформление таблиц, графиков с характеристикой полученных результатов)

4. Вывод о проделанной работе.

3.2. Комплект вопросов для защиты отчетов по результатам выполненных практических работ

3.2.1. Комплект вопросов для защиты выполненных практических работ

Вопросы для защиты практической работы №1.

1. Изложите порядок обработки статистических данных о надежности с/х техники.
2. Что является исходной информацией и порядок составления статистического ряда.
3. Как рассчитать среднее значение износа среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации.
4. Как проверить информацию на наличие выпадающих точек.
5. Порядок построения гистограммы, полигона, дифференциальной и интегральной кривых опытного распределения.
6. Основные теоретические законы распределения (ТЗР) случайных величин, подбор ТЗР к конкретному случаю.
7. Как определить доверительные границы рассеивания параметра и статистическую ошибку расчетов.
8. Порядок расчета процента годных деталей и требующих восстановления.

Вопросы для защиты практической работы №2.

1. Какие показатели долговечности Вы знаете.
2. С какой целью определяется остаточный ресурс детали.
3. Как определить скорость изнашивания детали.
4. Как определить средний остаточный ресурс детали.
5. С какой целью определяются доверительные границы рассеивания остаточного ресурса детали.
6. Часть характеризующей величины износа предельного (Ипр) и допустимого износа (Идр).

Вопросы для защиты практической работы №3.

1. Какие размеры называют допустимыми без ремонта.
2. Какие размеры называются предельными.
3. Как определяется предельный износ сопряжения.
4. Как определяется скорость изнашивания детали.
5. От чего зависит полный ресурс сопряжения.
6. Как определяется допустимый без ремонта износ сопряжения.
7. Как определяются предельные размеры деталей.

Вопросы для защиты практической работы №4.

1. Как оценивается вероятность случайного события.
2. Что такое случайная величина.
3. Что понимается под термином «технический ресурс изделия».
4. Назовите основные числовые характеристики ресурса.
5. Что такое γ - процентный ресурс изделия.
6. Что является исчерпывающей характеристикой ресурса.

3.2.2. Методические материалы

Устный опрос обучающихся проводится с целью закрепления знаний и полученных навыков в ходе проведенных практических работ. Устный опрос обучающегося проводится после выполнения им практической работы и предоставления выполненного отчета преподавателю по результатам проведенной работы. Устный опрос проводится преподавателем после выполнения обучающимся каждой из перечисленных практических работ. После проведения устного опроса, обучающийся приступает к выполнению следующей практической работы.

3.3. Комплект тем для выполнения рефератов

3.3.1. Темы для выполнения рефератов

1. Исследование, проектирование и расчет объекта определенной надежности.
2. Надежность объекта на стадии его производства.
3. Надежность объекта при его эксплуатации.
4. Основные математические методы, используемые в теории надежности.
5. Теория симметрии в науке о надежности.
6. Учение об объемной и поверхностной прочности материалов машин в теории надежности.
7. Задачи повышения качества и надежности сельскохозяйственной техники.
8. Общие понятия, применяемые в теории надежности.
9. Объекты, рассматриваемые в надежности сельскохозяйственной техники.
10. Служба надежности на ремонтном предприятии, ее назначение и роль в повышении качества и надежности отремонтированной сельскохозяйственной техники.
11. Группы признаков качества продукции.
12. Значение качества и надежности машин в повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники.
13. Виды отказов по последствиям или затратам на их устранение.
14. Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность технических объектов.
15. Гарантийная наработка (ресурс) и срок гарантии.
16. Гамма-процентный ресурс, его практическое значение.
17. Техническое обслуживание и ремонт машин с точки зрения надежности.
18. Причины нарушения работоспособности и снижения надежности машин.
19. Причины отказов сельскохозяйственной техники.
20. Значение качества и надежности машин в повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники.
21. Физическая природа возникновения постепенных и внезапных отказов.
22. Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность технических объектов.
23. Виды изнашивания деталей. Факторы, влияющие на изнашивание, сущность этого влияния.
24. Классификация видов смазок и их характеристики.
25. Механическое изнашивание деталей машин. Меры борьбы с этим видом изнашивания.
26. Абразивное и гидроабразивное (газообразивное) изнашивание деталей. Сущность процессов, условия их протекания.
27. Эрозионное, гидроэрозионное (газоэрозионное), усталостное, кавитационное изнашивание деталей. Сущность процессов и условия их протекания.
28. Коррозионно-механическое изнашивание деталей: окислительное, изнашивание при фреттинг-коррозии. Сущность процессов и условия их протекания.
29. Мероприятия по уменьшению интенсивности изнашивания деталей машин и уменьшению влияния износов на качественные показатели работы машин.
30. Влияние макро- и микрогеометрия поверхностей на изнашивание деталей машин. Оптимальная микрогеометрия поверхностей.
31. Методы определения износов деталей машин и область их применения.
32. Предельное состояние (износ) машин, соединений и деталей. Критерии предельного состояния и методы их определения.
33. Искажение проектной геометрии деталей машин (сущность и причины возникновения). Влияние искажения геометрии деталей на работу агрегатов и машин.
34. Единичные показатели ремонтпригодности сельскохозяйственной техники.
35. Коэффициент технического использования машин как комплексный показатель надежности.
36. Комплексный показатель: коэффициент оперативной готовности технического объекта.
37. Цель, назначение и особенности испытаний сельскохозяйственной техники на надежность.
38. Основные законы распределения случайных величин, применяемые при оценке надежности сельскохозяйственной техники.
39. Основы технической диагностики и прогнозирования ресурсов технических систем и их элементов.
40. Методы восстановления посадок соединений.
41. Методика расчета количества ремонтных размеров.
42. Назначение и сущность резервирования в технических системах.

43. Стендовые и полигонные испытания машин и агрегатов.
44. Ускоренные испытания на надежность.
45. Влияние качества сборки и обкатки на долговечность отремонтированных машин.
46. Классификация видов и методов испытания и контроля надежности сельскохозяйственной техники.
47. Влияние дефектовочно-комплектовочных работ на долговечность отремонтированных машин.
48. Влияние качества выполнения разборочно-моечных работ на долговечность отремонтированных машин.
49. Методы повышения точности сборки машин.
50. Технологические способы повышения долговечности восстанавливаемых деталей.

3.3.2. Методические материалы

Классический реферат состоит из следующих частей:

- Введение;
- Основная часть, которая делится на разделы (а те при необходимости – на параграфы);
- Заключение;
- Список используемых источников;
- Приложение (если необходимо).

При планировании текста реферата следует помнить, что он не должен превышать 30 страниц (компьютерного набора: шрифт Time New Romans, кегль – 14, интервал – 1,5).

Оформление реферата:

Реферат обязательно должен быть написан грамотно, литературным языком. После компьютерного набора текст нужно неоднократно прочитать и проверить. Разрешается написать реферат от руки, если у автора разборчивый почерк. В противном случае преподаватель имеет право не проверять данную работу.

Текст реферата пишется только на одной стороне листа (либо печатается). Следует соблюдать поля: слева – 3 см; справа – 1 см; сверху и снизу – 2,5 см. Нумерация страниц обязательна. Она ставится на нижнем поле по центру без знаков препинания. Первой страницей является титульный лист, который не нумеруется.

Любой реферат начинается с **титульного листа**. За ним следует **план реферата**, в котором отражаются все структурные составляющие работы с обязательным указанием соответствующих страниц. Введение начинается с третьей страницы. Раскрытие каждого пункта плана лучше начинать с новой страницы.

Обязательной составляющей реферата являются **сноски** на источники и литературу, использованные при написании работы. Сноски служат для подтверждения фактов, цифр, каких-либо данных, также они используются при цитировании. Возможно применение концевых сносок (т.е. в конце реферата после завершения текста) или подстрочных ссылок, которые нумеруются отдельно на каждой странице работы.

Критерии оценки реферата:

1. Содержательность, логичность, аргументированность изложения и общих выводов.
2. Умение анализировать различные источники, извлекать из них исчерпывающую информацию, систематизировать и обобщать её.
3. Умение выявлять несовпадения в различных позициях, суждениях по проблеме реферата, давать им критическую оценку.
4. Присутствие личной позиции автора реферата, самостоятельность, оригинальность, обоснованность его суждений.
5. Умение ясно выражать мысли в письменной форме, яркость, образность изложения, индивидуальность стиля автора реферата.
6. Правильность оформления работы (структурирование текста на главы, пункты, его изложение в соответствии с выработанным планом, нумерация страниц, оформление списка литературы, титульного листа и т.п.).
7. Сопроводительные материалы: иллюстрации, схемы, чертежи и т. д. (при необходимости).

При защите реферата к указанным критериям добавляются ещё два:

8. Умение ясно выражать мысли в устной форме.

9. Умение четко, по существу отвечать на вопросы по теме исследования, делать корректные и взвешенные умозаключения.

Защита реферата:

«Классическая модель»:

В устном выступлении обучающегося должно прозвучать:

- тема исследования, её актуальность, причина выбора;
- основные подходы к проблеме в науке;
- круг использованных источников и литературы;
- основные выводы по содержанию реферата.

2. «Творческая модель»:

Подобная защита реферата предполагает:

- оформление стенда с документами и иллюстрациями по теме исследования, их комментариев;
- демонстрацию слайдов, видеозаписей, прослушивание аудиозаписей (по возможности);
- яркое и оригинальное представление фрагмента основной части реферата, выводов по содержанию работы.

3.4. Комплект тестовых заданий

3.4.1. Тестовые задания

1. Надежность - это:

- 1) свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени и в заданных пределах значения установленных эксплуатационных показателей;
- 2) свойство улучшать в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования;
- 3) свойство, противоположное понятию «Отказ»;
- 4) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией;
- 5) состояние объекта, при котором он обеспечивает нормальное применение объекта по назначению.

2. Надежность включает в себя в зависимости от назначения объекта или условий его эксплуатации ряд простых свойств (указать неправильный ответ):

- 1) срок службы;
- 2) безотказность;
- 3) долговечность;
- 4) ремонтпригодность;
- 5) сохраняемость.

3. Объект – это:

- 1) техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемое в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации;
- 2) простейшая составная часть изделия, в задачах надежности может состоять из многих элементов;
- 3) технический элемент любого целевого назначения;
- 4) простейший составной элемент;
- 5) технический элемент определенного целевого назначения, рассматриваемый исключительно в период эксплуатации.

4. Свойства, характеризующие только надежность изделия:

- 1) долговечность, ремонтпригодность;
- 2) отказ, дефект;
- 3) сохраняемость, исправность;
- 4) исправность, работоспособность.
- 5) безотказность, работоспособность.

5. К понятию «Состояние изделий» относятся термины:

- 1) отказ, повреждение;
- 2) сохраняемость, предельное состояние;
- 3) исправность, работоспособность;
- 4) исправность, сохраняемость;
- 5) отказ, дефект.

6. Работоспособность – это:

- 1) состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров, установленных НТД;
- 2) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо, но нецелесообразно;
- 3) состояние объекта, при котором он находится в исправном состоянии;
- 4) состояние объекта, при котором он может выполнять часть заданных функций;
- 5) состояние объекта, при котором он отвечает требованиям норм НТД.

7. Работоспособный объект:

- 1) может выполнять все заданные функции, сохраняя значения заданных параметров;
- 2) отвечает требованиям норм НТД;
- 3) находится в исправном состоянии;
- 4) может выполнять часть заданных функций;
- 5) другой вариант.

8. Исправность – это:

- 1) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД);
- 2) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо, но нецелесообразно;
- 3) состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции находится;
- 4) состояние объекта, при котором он может выполнять часть заданных функций;
- 5) состояние объекта, при котором он отвечает требованиям части норм НТД.

9. Технически исправный объект:

- 1) отвечает всем требованиям НТД;
- 2) может выполнять все заданные функции, сохраняя значения заданных параметров;
- 3) находится в работоспособном состоянии;
- 4) может выполнять часть заданных функций;
- 5) другой вариант.

10. Предельное состояние – это:

- 1) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо или нецелесообразно;
- 2) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо, но целесообразно;
- 3) состояние объекта, при котором его применение по назначению нецелесообразно, но допустимо;
- 4) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо и целесообразно;
- 5) другой вариант.

11. Технический ресурс – это:

- 1) наработка до предельного состояния;
- 2) срок сохраняемости;
- 3) срок службы;
- 4) наработка до отказа;
- 5) наработка до списания.

12. Невосстанавливаемые объекты – это:

- 1) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;
- 2) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены;
- 3) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены;
- 4) объекты электроники и нанотехнологии;
- 5) объекты оборонного назначения.

13. Восстанавливаемые объекты – это:

- 1) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены;
- 2) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены;
- 3) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;
- 4) любые объекты оборонного назначения или гражданской обороны;
- 5) медикаменты.

14. К отказам функционирования относятся:

- 1) поломка зубьев шестерни;
- 2) усталость металла;
- 3) износ оборудования;
- 4) потеря точности станка;
- 5) коррозия металла.

15. Отказы случайные – это отказы:

- 1) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- 2) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- 3) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений;
- 4) при которых некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах;
- 5) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений.

16. Отказы систематические – это отказы:

- 1) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений;
- 2) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- 3) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах;
- 4) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- 5) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений.

17. К систематическим отказам относится (указать неправильный ответ):

- 1) поломка зубьев шестерни;
- 2) усталость металла;
- 3) износ оборудования;
- 4) старение оборудования;
- 5) коррозия металла.

18. Безотказность – это:

- 1) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;
- 2) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;
- 3) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования;
- 4) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания;
- 5) другое.

19. Долговечность – это:

- 1) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;
- 2) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования;
- 3) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания;
- 4) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени.

20. Ремонтпригодность – это:

- 1) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания;
- 2) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;
- 3) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования;
- 4) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;
- 5) другое.

21. Сохраняемость – это:

- 1) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования;
- 2) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;
- 3) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания;
- 4) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;
- 5) другое.

22. Внезапный отказ – это:

- 1) отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта;
- 2) отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта;
- 3) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;
- 4) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии.

23. Постепенный отказ – это:

- 1) отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта;
- 2) отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта;
- 3) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;

4) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии.

24. К внезапным отказам относится (указать неправильный ответ):

- 1) коррозионное растрескивание;
- 2) образование хрупкого разрушения;
- 3) пробой изоляции;
- 4) образование трещины;
- 5) обрывы тросов.

25. Свойства, которые характеризуют надежность объекта:

- 1) работоспособность, долговечность, безотказность, исправность;
- 2) долговечность, безотказность, эргономичность, ремонтпригодность;
- 3) безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость;
- 4) срок службы, безотказность, ремонтпригодность.

26. Эксплуатационный отказ – это:

- 1) отказ, вызванный нарушением правил эксплуатации;
- 2) отказ, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии;
- 3) отказ, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;
- 4) отказ, вызванный необратимыми процессами износа деталей, старения материалов;
- 5) отказ, вызывающий вторичные отказы.

27. Из показателей долговечности и сохраняемости, средний срок службы от начала эксплуатации объекта до его первого капитального ремонта, это:

- 1) средний межремонтный срок службы;
- 2) средний срок службы до списания;
- 3) гамма-процентный срок сохраняемости;
- 4) гамма-процентный срок службы;
- 5) средний срок службы до капитального ремонта.

28. Отношение средней наработки объекта в единицах времени за некоторый период эксплуатации к сумме средних значений наработки, времени простоя, обусловленного техническим обслуживанием, и времени ремонтов за тот же период эксплуатации, это:

- 1) нестационарный коэффициент оперативной готовности;
- 2) коэффициент сохранения эффективности;
- 3) коэффициент технического использования;
- 4) средний коэффициент оперативной готовности;
- 5) стационарный коэффициент оперативной готовности.

29. Какая временная характеристика объекта обозначает наработку объекта от начала его эксплуатации до достижения предельного состояния:

- 1) технический ресурс;
- 2) суммарная наработка;
- 3) срок службы;
- 4) срок сохраняемости;
- 5) эксплуатацией объекта.

30. Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких заданных параметров объекта, называется:

- 1) зависимый отказ;
- 2) независимый отказ;
- 3) перемежающийся отказ (сбой);
- 4) внезапный отказ;
- 5) постепенный.

31. Техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемое в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации называется:

- 1) звено системы;
- 2) устройство;
- 3) объект;
- 4) элемент системы;
- 5) механизм.

32. Как измеряется наработка:

- 1) в единицах времени;
- 2) в циклах;
- 3) в единицах выработки;
- 4) в других единицах;
- 5) во всех перечисленных.

33. Из показателей долговечности и сохраняемости, продолжительность хранения, в течение которой у объекта сохраняются установленные показатели с заданной вероятностью 1 это:

- 1) назначенный ресурс;
- 2) гамма-процентный срок сохраняемости;
- 3) средний ремонтный ресурс;
- 4) гамма-процентный срок службы;
- 5) гамма-процентный ресурс.

34. Переход объекта в предельное состояние влечет за собой:

- 1) возникновение дефекта;
- 2) только окончательное прекращение его эксплуатации;
- 3) временное или окончательное прекращение его эксплуатации;
- 4) только временное прекращение его эксплуатации;
- 5) снижение работоспособности объекта.

35. Переход объекта в предельное состояние влечет за собой:

- 1) возникновение дефекта;
- 2) только окончательное прекращение его эксплуатации;
- 3) временное или окончательное прекращение его эксплуатации;
- 4) только временное прекращение его эксплуатации;
- 5) снижение работоспособности объекта.

36. Какая надежность может подразделяться на надежность конструктивную, схемную, производственно-технологическую:

- 1) эксплуатационная;
- 2) функциональная;
- 3) программная;
- 4) надежность системы «человек-машина»;
- 5) аппаратурная.

37. Из показателей долговечности и сохраняемости, средний ресурс объекта от начала эксплуатации до его списания это:

- 1) средний ремонтный ресурс;
- 2) средний срок службы;
- 3) средний межремонтный срок службы;
- 4) средний ресурс до списания;
- 5) средний срок сохраняемости.

38. Ремонтпригодность характеризуется:

- 1) приспособленностью к предупреждению и обнаружению причин отказов, повреждений;

- 2) восстановлением работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов;
- 3) совокупностью технологичности при техническом обслуживании и ремонтной технологичности объектов.

39. Вероятность того, что объект окажется работоспособным в заданный момент времени, отсчитываемый от начала работы (или от другого строго определенного момента времени), для которого известно начальное состояние этого объекта, называется:

- 1) нестационарный коэффициент оперативной готовности;
- 2) коэффициент сохранения эффективности;
- 3) коэффициент технического использования;
- 4) средний коэффициент оперативной готовности;
- 5) стационарный коэффициент оперативной готовности.

40. Из показателей долговечности и сохраняемости, средний срок службы между смежными капитальными ремонтами объекта – это:

- 1) средний межремонтный срок службы;
- 2) средний срок службы до списания;
- 3) гамма-процентный срок сохраняемости;
- 4) гамма-процентный срок службы;
- 5) средний срок службы до капитального ремонта.

41. Какая временная характеристика объекта обозначает календарную продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после капитального или среднего ремонта до наступления предельного состояния:

- 1) технический ресурс;
- 2) суммарная наработка;
- 3) срок службы;
- 4) срок сохраняемости;
- 5) эксплуатацией объекта.

42. Из показателей долговечности и сохраняемости, срок службы, в течение которого объект не достигает предельного состояния с вероятностью 1 – это:

- 1) средний ремонтный ресурс;
- 2) гамма-процентный ресурс;
- 3) средний срок службы до списания;
- 4) средний межремонтный срок службы;
- 5) гамма-процентный срок службы.

43. Причинами производственных отказов объектов являются процессы, события и состояния:

- 1) возникшие в результате нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта;
- 2) возникшие в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления объекта;
- 3) появившиеся в результате несовершенства и нарушения установленных правил и (или) норм конструирования объекта;
- 4) появившихся дефектов объекта;
- 5) возникшие в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления, монтажа, наладки или ремонта объекта, если он выполнялся на ремонтном предприятии.

44. Заданная наработка - это:

- 1) математическое ожидание случайной наработки объекта до первого отказа;
- 2) наработка, в течение которой объект должен безотказно работать для выполнения своих функций;

- 3) отношение наработки восстанавливаемого объекта за некоторый период времени к математическому ожиданию числа отказов в течение этой наработки;
- 4) усредненное на заданном интервале времени значение нестационарного коэффициента готовности;
- 5) наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью 1-.

45. Показатели надежности – это:

- 1) количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта;
- 2) качественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта;
- 3) количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих элементы объекта;
- 4) качественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих элементы объекта;
- 5) качественные характеристики одного свойства, составляющего элементы объекта.

46. Критериями надежности являются:

- 1) плотность распределения времени безотказной работы, частота отказов, интенсивность отказов ;
- 2) частота отказов, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы;
- 3) частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка до первого отказа, плотность распределения времени безотказной работы;
- 4) вероятность безотказной работы, частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка до первого отказа.

47. Выберите правильное определение интенсивности отказов:

- 1) интенсивностью отказов по статистическим данным называется отношение числа отказавших изделий в единицу времени к среднему числу изделий, исправно работающих в данный отрезок времени;
- 2) интенсивностью отказов по статистическим данным называется произведение числа отказавших изделий в единицу времени и среднего числа изделий, исправно работающих в данный отрезок времени;
- 3) интенсивностью отказов по статистическим данным называется отношение числа исправно работающих изделий в единицу времени к среднему числу отказавших изделий в данный отрезок времени;
- 4) интенсивностью отказов по статистическим данным называется произведение числа исправно работающих изделий в единицу времени и среднего числа отказавших изделий в данный отрезок времени;
- 5) интенсивностью отказов по статистическим данным называется отношение числа отказавших изделий в единицу времени к среднему числу изделий, вообще не работающих в данный отрезок времени.

48. По какой формуле определяется интенсивность отказов:

- 1) $\lambda(t) = n(\Delta t) / (N_{cp} \Delta t)$;
- 2) $\lambda(t) = n(\Delta t) * (N_{cp} \Delta t)$;
- 3) $\lambda(t) = n(\Delta t) / (P_{cp} \Delta t)$;
- 4) $\lambda(t) = n(\Delta t) * (P_{cp} \Delta t)$;
- 5) $\lambda(t) = n(\Delta t) - (N_{cp} \Delta t)$.

49. Как вычисляется средняя наработка до отказа:

- 1) $T_{cp} = M[t] = \int_{-1}^1 f(t) dt$;

$$T_{cp} = M[t] = \int_{-\infty}^{+\infty} tf(t) dt$$

2) ;

$$T_{cp} = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt$$

3) ;

$$T_{cp} = \int_0^t P(t) dt$$

4) ;

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} \lambda(t) dt$$

5) .

50. Что нужно знать для определения средней наработки до первого отказа:

- 1) моменты выхода из строя всех испытываемых элементов;
- 2) момент выхода из строя одного испытываемого элемента;
- 3) время безотказной работы системы;
- 4) интенсивность износа;
- 5) интенсивность отказа.

51. Какие работы осуществляются в процессе эксплуатации изделия:

- 1) работы по поддержанию работоспособности;
- 2) работы по восстановлению работоспособности;
- 3) ремонтные работы;
- 4) профилактические работы;
- 5) все вышеперечисленные варианты.

52. Дайте правильное определение параметра потока отказов:

- 1) параметром потока отказов называется отношение числа отказавших изделий в единицу времени к числу испытываемых при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными (новыми или отремонтированными);
- 2) параметром потока отказов называется произведение числа отказавших изделий в единицу времени и числа испытываемых при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными (новыми или отремонтированными);
- 3) параметром потока отказов называется отношение числа испытываемых изделий в единицу времени к числу отказавших при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными (новыми или отремонтированными);
- 4) параметром потока отказов называется произведение числа испытываемых изделий в единицу времени к числу отказавших при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными (новыми или отремонтированными);
- 5) параметром потока отказов называется отношение числа испытываемых изделий в единицу времени к числу отказавших без замены на исправные изделия.

53. Какие показатели надежности присущи только восстанавливаемым элементам:

- 1) средняя наработка на отказ, наработка между отказами, вероятность восстановления, среднее время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент технического использования;
- 2) момент выхода из строя испытываемого элемента, среднее время восстановления, средняя наработка на отказ, время безотказной работы системы, интенсивность износа;
- 3) время безотказной работы системы, коэффициент готовности, интенсивность отказа, среднее время восстановления;
- 4) интенсивность износа, интенсивность отказа, средняя наработка на отказ, наработка между отказами;
- 5) средняя наработка на отказ, наработка между отказами, вероятность восстановления, среднее время восстановления, интенсивность отказа.

54. Что относится к комплексным показателям надежности объектов:

- 1) время безотказной работы системы;
- 2) период нормальной эксплуатации;

- 3) интенсивность отказа;
- 4) среднее время восстановления;
- 5) коэффициент оперативной готовности. Коэффициент готовности. Коэффициент технического использования.

55. Выберите правильное определение коэффициента готовности:

- 1) коэффициент 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;
- 2) коэффициент готовности – это вероятность того, что объект окажется в не рабочем состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается;
- 3) коэффициент готовности – произведение числа испытываемых изделий в единицу времени и числа отказавших при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными;
- 4) коэффициент готовности – отношение числа отказавших изделий в единицу времени к числу испытываемых при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными;
- 5) коэффициент готовности – признак, по которому можно количественно оценить надежность различных устройств.

56. Коэффициент технического использования – это:

- 1) отношение числа отказавших изделий в единицу времени к числу испытываемых при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными;
- 2) произведение числа отказавших изделий в единицу времени и числа испытываемых при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными (новыми или отремонтированными);
- 3) признак, по которому можно количественно оценить вероятность безотказной работы различных устройств;
- 4) отношение числа испытываемых изделий в единицу времени к числу отказавших при условии, что все вышедшие из строя изделия заменяются исправными;
- 5) отношение математического ожидания интервалов времени пребывания объекта в состояниях простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтами, за тот же период эксплуатации.

57. Коэффициент технического использования характеризует:

- 1) долю времени нахождения объекта и в работоспособном состоянии относительно рассматриваемой продолжительности эксплуатации;
- 2) надежность объектов, необходимость применения которых возникает в произвольный момент времени;
- 3) среднее время восстановления;
- 4) признак, по которому можно количественно оценить надежность различных устройств;
- 5) наработку на отказ.

58. Коэффициент сохранения эффективности – это:

- 1) отношение значения показателя эффективности за определенную продолжительность эксплуатации Y к номинальному значению этого показателя Y_0 , вычисленному при условии, что отказы объекта в течение того же периода эксплуатации не возникают;
- 2) отношение числа испытываемых изделий в единицу времени к числу отказавших без замены на исправные изделия;
- 3) отношение значения показателя надежности за определенную продолжительность отказа Y к номинальному значению этого показателя Y_0 , вычисленному при условии, что эксплуатация объекта в течение того же периода не прекращается;
- 4) признак, по которому можно количественно оценить вероятность безотказной работы различных устройств;
- 5) признак, по которому можно количественно оценить отказ различных устройств.

59. Показатель эффективности – это:

- 1) показатель качества, характеризующий выполнение объектом его функций;
- 2) признак, по которому можно количественно оценить отказ различных устройств;
- 3) показатель надежности объектов, необходимость применения которых возникает в произвольный момент времени;
- 4) показатель интенсивности отказа;
- 5) показатель интенсивности износа.

60. При анализе надежности объектом исследования являются:

- 1) разнообразные факторы надежности;
- 2) отказы элементов;
- 3) случайные события и величины;
- 4) только случайные события;
- 5) только случайные величины.

61. Экспоненциальный закон распределения называют:

- 1) вероятностным законом надежности;
- 2) основным законом надежности;
- 3) второстепенным законом надежности;
- 4) массовым законом надежности;
- 5) постоянным законом надежности.

62. Вероятность отказа экспоненциального закона за время t определяется по формуле:

- 1) $Q(t) = 1 - P(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$;
- 2) $Q(t) = 1 - \log 12$;
- 3) $Q(t) = 1 - \exp(-\lambda t) + 1000$;
- 4) $M = -m\alpha$;
- 5) $Q(t) = i + j + k$.

63. Средняя наработка до отказа экспоненциального закона определяется по формуле:

- 1) $T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} S(t) dt = 1/\lambda$;
- 2) $T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt = 4/\lambda$;
- 3) $T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt = 1/\lambda$;
- 4) $T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt = 2/\lambda$;
- 5) $T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt = 1/\lambda$.

64. Среднеквадратическое время работы экспоненциального закона:

- 1) $\sigma(t) = T_{cp}$;
- 2) $P(t) = D$;
- 3) $A = T_{cp}$;
- 4) $m(t) = T_{cp}$;
- 5) $\sigma(t) = 2D^5$.

65. Гамма-распределение является:

- 1) ограниченным распределением;
- 2) двухпараметрическим распределением;
- 3) безпараметрическим распределением;
- 4) трехпараметрическим распределением;
- 5) двухпараметрическим распределением.

66. Средняя наработка до отказа при гамма-распределении определяется по формуле:

- 1) $T_{cp} = k/\lambda_0$;
- 2) $T_{cp} = k/A * S + 00.3$;
- 3) $\mu = \Omega^2 + \Psi^2$;
- 4) $a = kx + b$.

67. Вероятность безотказной работы устройства при гамма-распределении:

- 1) $D = \sum x_n + \sum y_n$;
- 2) $T = [x_1 + j_k$;
- 3) $J = (1 - 2\pi) * \sum y_n^4$;
- 4) $Z = 474 + S_n * \alpha^3$;
- 5) $P(t) = \exp(-\lambda_0 t) \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{i!} (\lambda_0 t)^i$.

68. Математическое ожидание при гамма-распределении:

- 1) $M_x = \lambda_0 / k$;
- 2) $M_x = k(n) / \lambda_0$;
- 3) $M_x = k / \lambda_0$;
- 4) $M_x = 1 / \lambda_0$;
- 5) $M_x = k / 2 \lambda_0$.

69. Плотность распределения отказов распределения Вейбулла описывается зависимостью:

- $f(t) = \lambda_0 \alpha t^{\alpha-1} \exp(-\lambda_0 t^\alpha)$;
- $f(t) = \sum 11\mu$;
- $f(t) = \iint x^2 + \rho^2$;
- $f(t) = \lambda_0 \exp(-\lambda_0 t^\alpha) + 300$;
- $f(t) = \lambda_0 \alpha t^{\alpha-1} \exp(-\lambda_0 t^\alpha) * 2m + 400$.

70. Вероятность безотказной работы распределения Вейбулла за время t определяется по формуле:

- 1) $P(t) = 2 \exp(-\lambda_0 t^\alpha) / 2\pi$;
- 2) $U = 1 + 12.5 \lambda^{-9}$;
- 3) $P(t) = \log(-\lambda_0 t^\alpha) + 1 / \log 5$;
- 4) $P(t) = \exp(-\lambda_0 t^\alpha)$;
- 5) $P(t) = \frac{\log 56}{2}$.

71. Дисперсия случайной величины распределения Вейбулла равна:

- 1) $D_x = \lambda_0^{2/\alpha} [\Gamma(1 + 2/\alpha) - \Gamma^2(1 + 1/\alpha)]$;
- 2) $\lambda(t) = \lambda_0 t^{\alpha-1}$;
- 3) $T_{cp} = \frac{\Gamma(1/\alpha + 1)}{2}$;
- 4) $M_x = \lambda_0 / k$;
- 5) $f(t) = \frac{\sqrt{2\pi}}{2} \exp[-(t - T_{cp})^2 / 2\sigma^2]$.

72. Нормальный закон распределения называется законом:

- 1) Вилкерса;
- 2) Вебера-Фехнера;
- 3) Розенброка;
- 3) Коновалова;
- 4) Гаусса.

73. В теории надежности нормальный закон распределения используют для описания:

- 1) постоянных отказов;
- 2) временных отказов;
- 3) стабильных отказов;
- 4) постепенных отказов;
- 5) дублированных отказов.

74. Плотность распределения отказов нормального закона распределения описывается формулой:

- 1) $\xi = \frac{13\Omega}{\Delta M}$;
- 2) $f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t - T_{cp})^2}{2\sigma^2}\right]$;
- 3) $f(t) = 1 - \Phi^2$;
- 4) $\Xi = \frac{1}{2\rho} + \Delta\theta$;
- 5) $f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} + 18G + N95$.

75. Вероятность безотказной работы нормального закона распределения за время t :

- 1) $N = \text{tg} \frac{1}{2} + 145\gamma$;
- 2) $N = \text{ert}12 + \text{rty}21$;
- 3) $Z = \alpha^2 + \beta^3$;
- 4) $P(t) = x(\eta + u^* \partial)$;
- 5) $P(t) = 1 - Q(t) = 1 - [0,5 + \Phi(u)] = 0,5 - \Phi(u)$.

76. Найдите факторы, не влияющие на надежность объектов:

- 1) конструктивные;
- 2) производственные;
- 3) экономические;
- 4) эксплуатационные.

77. Какой из перечисленных факторов не относится к производственному:

- 1) входной контроль качества материалов и элементов, получаемых от предприятий-поставщиков;
- 2) учет психофизиологических особенностей операторов;
- 3) организация технологического процесса изготовления оборудования;
- 4) контроль качества продукции на всех этапах технологического процесса.

78. По характеру воздействия на объект какие факторы можно подразделить на объективные и субъективные:

- 1) конструктивные;
- 2) эксплуатационные;
- 3) экономические;
- 4) производственные.

79. Какой из перечисленных факторов относится к конструктивному:

- 1) квалификация изготовителей;
- 2) квалификация обслуживающего персонала;
- 3) условия работы на производстве;
- 4) учет психофизиологических особенностей операторов.

80. К субъективным эксплуатационным факторам, влияющим на надежность объектов, не относится:

- 1) квалификация обслуживающего персонала;
- 2) обученность обслуживающего персонала;
- 3) организация и качество технического обслуживания и регламентных работ;
- 4) квалификация изготовителей.

81. Какой из перечисленных факторов относится к производственному:

- 1) обеспечение качества и контроль монтажа и наладки оборудования систем;
- 2) разработка эксплуатационной документации;
- 3) выбор защиты технологических параметров установки;
- 4) методы и способы организации эксплуатации объектов.

82. Выберите, к какому фактору относится выбор режимов и условий работы элементов в системе:

- 1) конструктивному;
- 2) производственному;
- 3) экономическому;
- 4) эксплуатационному.

83. Выберите, к какому фактору относится контроль качества продукции на всех этапах технологического процесса:

- 1) конструктивному;
- 2) производственному;
- 3) экономическому;
- 4) эксплуатационному.

84. Какие из перечисленных факторов можно классифицировать на две группы – внешние и внутренние факторы:

- 1) субъективные;
- 2) производственные;
- 3) конструктивные;
- 4) объективные.

85. Выберите, к какому фактору относятся воздействия, обусловленные внешней средой и условиями применения:

- 1) субъективному;
- 2) производственному;
- 3) внешнему;
- 4) конструктивному.

86. Выберите, к какому фактору относятся воздействия, связанные с изменением параметров объектов и конструкционных материалов:

- 1) внутреннему;
- 2) производственному;
- 3) внешнему;
- 4) конструктивному.

87. К климатическому фактору НЕ относится:

- 1) солнечная радиация;
- 2) коррозия;
- 3) низкие и высокие температуры;
- 4) влажность воздуха.

88. Выберите, к какому фактору относится квалификация обслуживающего персонала:

- 1) субъективному;
- 2) производственному;
- 3) конструктивному;
- 4) объективному.

89. Под субъективными эксплуатационными факторами, влияющими на надежность объектов, понимается:

- 1) выбор режимов и условий работы элементов в системе;

- 2) контроль качества продукции на всех этапах технологического процесса;
- 3) методы и способы организации эксплуатации объектов;
- 4) определение материалов и комплектующих элементов.

90. Какой из климатических факторов относится к атмосферному явлению:

- 1) пыльные бури;
- 2) туман;
- 3) иней;
- 4) все перечисленные.

91. Повышение эксплуатационной надежности, обусловленной влиянием на нее человека, осуществляется путем:

- 1) отбора операторов;
- 2) приспособления техники к психофизиологическим особенностям человека-оператора в процессе ее проектирования;
- 3) тренировки и обучения операторов выполнения операций обслуживания;
- 4) всеми перечисленными.

92. Надежность объектов закладывается при...:

- 1) производстве;
- 2) проектировании и конструировании;
- 3) изготовлении;
- 4) эксплуатации и конструировании.

93. Надежность объектов обеспечивается при...:

- 1) производстве;
- 2) эксплуатации;
- 3) проектировании;
- 4) конструировании.

94. В результате отказа элемента системы при последовательном соединении элементов:

- 1) этот элемент заменяется аналогичным ему;
- 2) наступает отказ всей системы;
- 3) этот элемент исключается из системы, и система продолжает функционировать;
- 4) система продолжает работать, но среднее время безотказной работы уменьшается в 1,5 раза;
- 5) ничего существенного с системой не происходит.

95. Вероятность безотказной работы системы обозначается:

- 1) $P_c(t)$;
- 2) $F_c(t)$;
- 3) $G_c(t)$;
- 4) $T_c(t)$;
- 5) $E_c(t)$.

96. Вероятность безотказной работы системы определяется по формуле:

- 1) $P_c(t) = e^{-\lambda t}$;
- 2) $P_c(t) = e^{-(t-\lambda t)}$;
- 3) $P_c(t) = e^{-(t+\lambda t)}$;
- 4) $P_c(t) = e^{-\int_0^t (t-\Delta t) dt}$;
- 5) $P_c(t) = e^{-\int_0^t \lambda_c(t) dt}$.

97. При экспоненциальном законе распределения (для случая постоянных интенсивностей отказов элементов) имеют место соотношения:

- 1) $P_c(t) = e^{-t}$; $\lambda_c(t) = \prod_{j=1}^n \lambda_j(t)$; $T_c = \int_0^{\infty} \lambda_c(t) dt$; $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$;
- 2) $P_c(t) = e^{-t}$; $\lambda_c(t) = \sum_{j=1}^n \lambda_j$; $T_c = \int_0^{\infty} \lambda_c(t) dt$; $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$;
- 3) $P_c(t) = e^{-t}$; $\lambda_c(t) = \prod_{j=1}^n \lambda_j(t)$; $T_c = \frac{1}{\lambda_c}$; $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$;
- 4) $P_c(t) = e^{-\lambda_c t}$; $\lambda_c(t) = \prod_{j=1}^n \lambda_j(t)$; $T_c = \frac{1}{\lambda_c}$; $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$;
- 5) $P_c(t) = e^{-\lambda_c t}$; $\lambda_c(t) = \sum_{j=1}^n \lambda_j$; $T_c = \frac{1}{\lambda_c}$; $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$.

98. Резервирование – это метод повышения надежности объекта путем:

- 1) удаления избыточности;
- 2) замены данной системы аналогичной ей, но с меньшим риском отказа;
- 3) добавления избыточности;
- 4) замены ровно половины элементов системы аналогичными им;
- 5) замены данной системы системой, состоящей из $n/2$ элементов.

99. Методы резервирования по виду делятся на:

- 1) структурное, временное, информационное, функциональное, нагрузочное;
- 2) общее, раздельное, смешанное;
- 3) постоянное, динамическое;
- 4) целое, дробное;
- 5) замещения, скользящее, мажоритарное.

100. Методы резервирования по режиму работы резерва делятся на:

- 1) структурное, временное, информационное, функциональное, нагрузочное;
- 2) постоянное, динамическое;
- 3) нагруженное, облегченное, ненагруженное;
- 4) замещения, скользящее, мажоритарно;
- 5) общее, раздельное, смешанное.

101. Операция дизъюнкции может быть представлена:

- 1) схемой последовательного соединения элементов;
- 2) схемой инвертирования входной величины;
- 3) минимизацией функций для исключения повторяющихся членов;
- 4) схемой параллельного соединения;
- 5) схемой смешанного соединения элементов.

102. Операция конъюнкции:

- 1) схемой последовательного соединения элементов;
- 2) схемой инвертирования входной величины;
- 3) минимизацией функций для исключения повторяющихся членов;
- 4) схемой параллельного соединения;
- 5) схемой смешанного соединения элементов.

103. Один из наиболее эффективных методов повышения надежности объектов:

- 1) резервирование;
- 2) уменьшение интенсивности отказов элементов системы;
- 3) выбор рациональной периодичности и объема контроля систем;
- 4) уменьшение времени восстановления;
- 5) сокращение времени непрерывной работы.

104. Найдите основные методы повышения надежности оборудования:

- 1) сокращение времени непрерывной работы;
- 2) выбор рациональной периодичности и объема контроля систем;

- 3) резервирование;
- 4) уменьшение интенсивности отказов элементов системы;
- 5) все перечисленные.

105. Что включают в себя схемные методы повышения надежности систем:

- 1) создание схем с минимально необходимым числом элементов;
- 2) оптимизацию последовательности работы элементов схемы;
- 3) предварительный расчет надежности проектируемой схемы;
- 4) применение резервирования;
- 5) все перечисленные.

106. Какой из вариантов не входит в число конструктивных методов повышения надежности:

- 1) унификация элементов и систем;
- 2) предварительный расчет надежности проектируемой схемы;
- 3) использование элементов с малой величиной интенсивности отказов при заданных условиях эксплуатации;
- 4) рациональный выбор совокупности контрольных параметров;
- 5) все перечисленные.

107. Основными способами повышения надежности при производстве являются:

- 1) тренировка элементов и систем;
- 2) совершенствование технологии и организации производства;
- 3) применение инструментальных методов контроля качества продукции при статистически обоснованных выборках;
- 4) автоматизация производства;
- 5) все перечисленные.

108. Перечислите мероприятия относящиеся к обслуживающему персоналу:

- 1) повышение квалификации обслуживающего персонала;
- 2) применение инструментальных методов контроля технического состояния систем;
- 3) разработка и внедрение способов прогнозирования неисправностей;
- 4) обоснование объема и сроков проведения профилактических мероприятий, основанных на применении методов теории надежности;
- 5) все перечисленные.

109. Перечислите мероприятия относящиеся к категории организационных:

- 1) создание единой системы информации о работоспособности объектов;
- 2) обоснование, выбор и включение в ТЗ норм надежности;
- 3) постановка широких экспериментальных исследований надежности объектов на всех этапах их разработки, изготовления и эксплуатации;
- 4) организация доработок и рекламационная практика;
- 5) все перечисленные.

110. Отношение показателя надежности резервированной системы к соответствующему показателю надежности нерезервированной системы, называется:

- 1) резервирование надежности;
- 2) реализация надежности;
- 3) выигрышем надежности;
- 4) анализ надежности;
- 5) восстановление надежности.

111. Если отказ одного любого элемента приводит к отказу всей системы, то система считается:

- 1) абсолютно надежной;
- 2) абсолютно ненадежной;

- 3) надежной;
- 4) ненадежной;
- 5) абсолютной.

112. В каких процессах используются схемные и конструктивные методы повышения надежности систем:

- 1) проектирования и конструирования;
- 2) конструирования и изготовления;
- 3) проектирования и изготовления;
- 4) проектирования, конструирования и изготовления;
- 5) проектирования и эксплуатации.

113. Уменьшение числа элементов при прочих равных условиях приводит к:

- 1) уменьшению вероятности безотказной работы и увеличению массы и стоимости;
- 2) безотказная работа не изменяется, но увеличивается стоимость;
- 3) увеличению вероятности безотказной работы и снижению массы, габаритов и стоимости;
- 4) уменьшению вероятности безотказной работы в два раза;
- 5) всем перечисленным вариантам.

114. При каком методе в конструкции заранее предусматривается замена неисправного элемента исправным:

- 1) уменьшении интенсивности отказов элементов системы;
- 2) уменьшении времени восстановления;
- 3) сокращении времени непрерывной работы;
- 4) выборе рациональной периодичности и объема контроля систем;
- 5) резервировании.

115. Под рассчитанное конструктором значение средней наработки до отказа T_{cp} понимается:

- 1) надежность;
- 2) ненадежность;
- 3) встроенная надежность;
- 4) встроенная ненадежность;
- 5) средняя надежность.

3.4.2. Методические материалы

Оценка «удовлетворительно» ставится при объеме правильных ответов более чем на 50 % заданий. Оценка «хорошо» ставится при объеме правильных ответов более чем на 75 % заданий. Оценка «отлично» выставляется при объеме правильных ответов на 90-100 % вопросов тестовых заданий.

3.5. Комплект вопросов к экзамену

3.5.1. Перечень экзаменационных вопросов

1. Законы, характеризующие работоспособность транспортных средств, технологических машин и оборудования.

2. Структура надежности. Безотказность. Классификация отказов.
3. Значение качества и надежности машин в повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники.
4. Единичные показатели безотказности. Единичные показатели сохраняемости. Приведите примеры.
5. Гамма-процентный ресурс, его практическое значение.
6. Другие виды повреждений деталей. Потеря физико-механических свойств материалов, коррозия, накипь, их характеристики, причины возникновения, методы и средства определения.
7. Построение интегральных кривых закона нормального распределения и закона распределения Вейбулла. Расчет критерия согласия и выбор теоретического закона распределения.
8. Искажение проектной геометрии деталей машин. Влияние искаженной геометрии деталей на работу агрегатов и машин.
9. Комплексные показатели надежности. Примеры комплексных нормативных и фактических показателей надежности с.-х. техники.
10. Приведите числовые характеристики распределения случайных величин и формулы для их расчета.
11. Долговечность. Различие между безотказностью и долговечностью.
12. Усталостные разрушения деталей машин. Сущность и закономерность процесса разрушений.
13. Методика обработки усеченной информации: составление сводной ведомости информации. Выбор контрольных точек. Определение координат выбранных точек.
14. Коэффициент готовности технических объектов. Свойства, характеризующиеся этим показателем.
15. Технологические методы обеспечения послеремонтного уровня надежности.
16. Что такое предельное состояние (износ) машин, соединений и деталей.
17. Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности статистической выборки и выравнивание их теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла.
18. Анализ причин отказов. Классификация отказов.
19. Основные показатели и закономерности изнашивания.
20. Причины, нарушающие работоспособность и снижающие уровень надежности машин, их анализ.
21. Определение надежности машин. Основные свойства надежности.
22. Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность технических объектов.
23. Предельные значения износов и повреждений. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений.
24. Методика обработки полной информации: составление вариационного и статистического рядов выборки: расчет сдвига начала рассеивания, среднего значения и характеристики рассеивания показателя надежности; проверка информации на выпадающие точки.
25. Порядок расчета остаточного и полного ресурсов соединений.
26. Структура надежности. Безотказность. Классификация отказов.
27. Изнашивание и повреждения деталей машин как случайные процессы. Предельные значения износов и повреждений.
28. Группы сложности отказов.
29. Показатели надежности как случайные величины. Сбор статистической информации о надежности объектов. Полная, усеченная и многократно усеченная информации.
30. Комплексные показатели надежности. Примеры комплексных нормативных и фактических показателей надежности с.-х. техники.
31. Обеспечение и повышение надежности при эксплуатации техники.
32. Мероприятия по уменьшению интенсивности изнашивания деталей машин.
33. Характеристики и закономерности изнашивания. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания. Методы и средства изучения износов.
34. Основные задачи, решаемые инженером с применением знаний в области надежности с.-х. техники.
35. Как влияет макро- и микрогеометрия поверхностей на изнашивание деталей машин.
36. Единичные показатели сохраняемости.
37. Потеря работоспособности детали из-за усталости металла.
38. Технологические методы обеспечения послеремонтного уровня надежности.

39. Причины, нарушающие работоспособность и снижающие уровень надежности машин, их анализ. Анализ причин отказов. Классификация отказов.
40. Допустимые и предельные значения износа деталей при ремонте машин.
41. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования.
42. Определение критерия согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности; определение параметров распределения. Расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки переноса.
43. Надежность типовых элементов машин: валов, соединений с натягом, резьбовых и сварных соединений, зубчатых, цепных и клиноремённых передач, подшипников, предохранительных муфт.
44. Методы определения износов деталей машин и область их применения.
45. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования.
46. Допустимые и предельные значения износа деталей при ремонте машин.
47. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования.
48. Определение критерия согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности; определение параметров распределения. Расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки переноса.
49. Методы определения износов деталей машин и область их применения.
50. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования.
51. Единичные показатели ремонтпригодности.
52. Методы определения износов деталей машин и область их применения.
53. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования.
54. Единичные показатели ремонтпригодности.
55. Охарактеризуйте связь между качеством технического объекта и его надежностью.
56. Надежность типовых элементов машин: валов, соединений с натягом, резьбовых и сварных соединений, зубчатых, цепных и клиноремённых передач, подшипников, предохранительных муфт.
57. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений.
58. Основные причины отказов сельскохозяйственной техники.
59. Единичные показатели безотказности. Единичные показатели долговечности.
60. Изнашивание и повреждения деталей машин как случайные процессы. Предельные значения износов и повреждений.
61. Приведите классификацию видов трения в машинах.
62. Методы обеспечения безопасной работы сложных систем.
63. Расчет критерия согласия и выбор теоретического закона распределения; определение параметров теоретического закона распределения.
64. Дайте характеристику единичных, комплексных, расчетных, экспериментальных, групповых и индивидуальных показателей надежности.
65. Другие виды повреждений деталей. Потеря физико-механических свойств материалов, коррозия, накипь, их характеристики, причины возникновения, методы и средства определения.
66. Методика обработки полной информации: составление вариационного и статистического рядов выборки: расчет сдвига начала рассеивания, среднего значения и характеристики рассеивания показателя надежности.
67. Потеря физико-механических свойств материалов, коррозия, накипь, их характеристики, причины возникновения, методы и средства определения.
68. Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности статистической выборки и выравнивание их теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла.
69. Ремонтпригодность. Свойства объекта, характеризующие ремонтпригодность. Требования к ремонтпригодности с.-х. техники.
70. Потеря физико-механических свойств материалов, коррозия, накипь, их характеристики, причины возникновения, методы и средства определения.
71. Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности

- статистической выборки и выравнивание их теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла.
72. Ремонтпригодность. Свойства объекта, характеризующие ремонтпригодность. Требования к ремонтпригодности с.-х. техники.
 73. Расчет критерия согласия и выбор теоретического закона распределения; определение параметров теоретического закона распределения.
 74. Долговечность. Различие между безотказностью и долговечностью. Ремонтпригодность. Свойства объекта, характеризующие ремонтпригодность.
 75. Усталостные разрушения деталей машин. Сущность и закономерность процесса разрушений. Методы повышения усталостной прочности.
 76. Расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки переноса.
 77. Понятие о дефекте, неисправности, отказе. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты. Понятие о ремонте, ресурсе, наработке.
 78. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания. Методы и средства изучения износов. Методы повышения износостойкости.
 79. Определение надежности машин. Основные свойства надежности. Структура надежности. Безотказность. Классификация отказов. Примеры отказов.
 80. Трение и смазка деталей машин. Классификация видов изнашивания и физическая сущность каждого вида.

3.5.2. Методические материалы

Проведение промежуточной аттестации проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся». Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационный билет содержит три теоретических вопроса. Для ответа на билет обучающемуся отводится один астрономический час. Если по результатам ответа у обучающегося выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. Для того, чтобы получить допуск к экзамену обучающийся должен набрать не менее 36 баллов в течение сессии, т.е. не менее 60% баллов от максимально возможного количества за работу. Обучающиеся, набравшие в течение сессии более 60 баллов, могут быть освобождены от экзамена. Максимальное число баллов, которое обучающийся может набрать на экзамене – 40 баллов. Обучающийся считается прошедшим промежуточную аттестацию, если на экзамене он набрал не менее 24 баллов. Далее баллы, набранные обучающимся в течение сессионного периода, суммируются с баллами, набранными в ходе проведения промежуточного контроля (экзамена), и выводится итоговая оценка, которую обучающийся получает на экзамене. При определении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:
обучающийся набрал менее 60 баллов – оценка «неудовлетворительно»;
обучающийся набрал 60 – 74 баллов – оценка «удовлетворительно»;
обучающийся набрал 75 – 89 баллов – оценка «хорошо»;
обучающийся набрал 90 – 100 баллов – оценка «отлично».

3.5.3. Пример экзаменационного билета

Экзаменационный билет

1. Поясните термины, относящиеся к свойствам технического объекта: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.
2. Что такое гамма-процентный ресурс, его практическое значение.
3. Опишите внешние и внутренние факторы, снижающие надежность технических объектов.

3.5.4. Пример отличного ответа на экзаменационный билет

Ответ на первый вопрос билета.

Безотказность – свойство объекта сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. Из этого определения следует, что отказов не должно быть в течение заданного промежутка времени или заданной наработки.

Долговечность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Долговечность предусматривает перерывы в эксплуатации, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания. От приспособленности машины к работам, предусмотренными системами технического обслуживания и ремонта, зависят убытки, возникающие вследствие неработоспособности машины во время проведения работ. От ремонтпригодности зависит время восстановления работоспособности. Ремонтпригодной считают такую конструкцию машины, которая при рациональных затратах на ее проектирование, изготовление, эксплуатацию будет минимальное время находиться в неработоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения или транспортировки. Это свойство наиболее ярко проявляется для сельскохозяйственной техники, работающей сезонно (комбайны, сеялки, сажалки...).

Ответ на второй вопрос билета.

Для сокращения времени наблюдения при оценке долговечности тракторов или их агрегатов используется специальный показатель – гамма-процентный ресурс (γ % - ресурс). Гамма-процентный ресурс – это наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью g процентов.

В случае сравнительно небольшой информации о ресурсах технического объекта, не позволяющей установить закон их распределения, расчет гамма-процентного ресурса машин проводят графическим методом, по кривой убыли ресурса.

Для этого вычисляют значения точек кривой убыли для i -го значения ресурсов по формуле:

$$\gamma_i \% = \frac{N - N_i + 1}{N + 1}$$

где γ % - гамма-процент машин, N - количество наблюдаемых машин,

N_i – количество отказавших машин к i -ому значению ресурса.

Используя эмпирические функции и гамма-процентный ресурс можно решить следующую задачу.

Если задана наработка изделия до его первого отказа, то по графикам можно прогнозировать количество изделий, которые откажут в работе до выработки наработки и наоборот. Такая информация позволяет спланировать периодичность ТО изделий по заданному уровню безотказности γ .

Ответ на третий вопрос билета.

Все отказы ТО происходят вследствие воздействия различных факторов, к которым относятся физические, физико-химические и химические, биологические и эксплуатационные факторы.

Физические причины возникновения отказов Физические причины или факторы возникновения отказов представляют собой физические явления, процессы и свойства среды, воздействующие на ТО и наносящие им вред и тем самым ухудшающие их состояния. Физические факторы делятся на внешние и внутренние. Внешние физические факторы являются совокупностью свойств внешней окружающей среды, оказывающих влияние на работоспособность ТО. К ним относятся чрезмерно высокая или низкая окружающая температура, осадки, высокая влажность воздуха, низкое давление, наличие в воздухе взвешенной пыли, аномальные электромагнитные проявления окружающей среды.

Внутренние физические факторы представляют собой те явления и процессы, которые, развиваясь в ТО во время их функционирования, одновременно влияют на состояние и рабочие

режимы этих же ТО и их составных элементов, а также ТО, взаимосвязанных с ними. Сюда можно отнести вибрацию, внутренний перегрев и другие факторы.

Под влиянием длительного воздействия на ТО физических факторов происходит износ элементов (деталей сложных ТО) и старение материалов, из которых они выполнены.

Износ характеризуется постепенным изменением формы и размера отдельных элементов системы, что приводит к ухудшению их работы. Старение характеризуется постепенным структурным изменением материалов, из которых изготовлены ТО. Это, в свою очередь, ведет к ухудшению их рабочих характеристик.

Физико-химические и химические причины возникновения отказов К физико-хим. факторам, снижающим надежность работы ТО, относятся такие процессы внешней среды и процессы, происходящие в самих ТО, в результате физического действия которых происходят химические реакции или изменение физических свойств ТО.

К химическим причинам относятся химические реакции, приводящие к изменению молекулярного состава материалов. К наиболее распространенной реакции такого типа относится окисление железа

Биологические факторы, влияющие на ухудшение эксплуатационных свойств технических объектов. К биологическим факторам относятся воздействие животных и растительных организмов, наносящие вред ТО. Наиболее часто биологические факторы проявляются при хранении ТО. В этот период, если не соблюдены необходимые при хранении профилактические меры, то хранящееся устройство может подвергнуться воздействию термитов, уничтожающих изоляционные материалы, каучуки, полимеры.

Эксплуатационные факторы возникновения отказов

К эксплуатационным факторам относятся технические возможности самих ТО, технологического оборудования для профилактических работ, а также объективные и субъективные возможности специалистов, задействованных в процессе эксплуатации ТО. К причинам, по которым могут возникать отказы в процессе эксплуатации и проведения профилактических работ, чаще всего относят:

- несоблюдение требований эксплуатации, чрезмерно высокая интенсивность эксплуатации;
- невыполнение требуемого объема ремонта;
- отсутствие технологического оборудования и приспособлений;
- слабое крепление деталей;
- постановка нестандартных деталей;
- отклонение от установленных размеров;
- отступление от технологических требований;
- неудовлетворительный осмотр;
- личные качества исполнителей.

Уменьшение влияния названных и ряда других факторов является одной из основ работа по поддержанию надежности работы ТО.