

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гнатюк Сергей Иванович
Должность: Первый проректор
Дата подписания: 24.09.2025 11:12:38
Уникальный программный ключ:
5ede28fe5b714e680817c5c1920fba793a0b4422

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова»

«Утверждаю»

Декан инженерного факультета

Фесенко А. В. _____

« 30 » _____ июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Прогнозирование надежности функционирования
сельскохозяйственной техники»

для направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия
направленность (профиль) Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Год начала подготовки – 2023

Квалификация выпускника – магистр

Луганск, 2023

Рабочая программа составлена с учетом требований:

- порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования и Российской Федерации от 06.04.2021 № 245;
- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.07.2017 г. № 709 (с изменениями и дополнениями).

Преподаватели, подготовившие рабочую программу:

канд. техн. наук, доцент _____ **А. В. Шовкопляс**

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технический сервис в АПК» (протокол № 12 от « 20 » _____ июня _____ 2023 г.).

Заведующий кафедрой _____ **В. Е. Зубков**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией инженерного факультета (протокол № 10 от « 22 » _____ июня _____ 2023 г.).

Председатель методической комиссии _____ **А. В. Шовкопляс**

Руководитель основной профессиональной образовательной программы _____ **В. Е. Зубков**

1 Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

Прогнозирование надежности функционирования сельскохозяйственной техники это дисциплина, изучающая теорию, средства и методы обеспечения и прогнозирования надежности, повышения безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости машин, основываясь на теории вероятностей и математической статистики, теории трения и изнашивания, теории эксперимента и др.

Предметом дисциплины физические основы надежности, основные направления обеспечения надежности, методы определения показателей надежности, методы прогнозирования и обеспечения надежности машин в агропромышленном комплексе.

Целью дисциплины освоение методов прогнозирования, поддержания и восстановления работоспособности и ресурса сельскохозяйственной техники и оборудования.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- теоретические основы и приобрести практические навыки оценки и прогнозирования надежности новой сельскохозяйственной техники;
- способы повышения доремонтного и послеремонтного уровней надежности;
- методы оценки и прогнозирования надежности сельскохозяйственной техники и оборудования.

Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Прогнозирование надежности функционирования сельскохозяйственной техники» относится к дисциплинам, по выбору (Б1.В.ДВ.03.01) основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО). Дисциплина читается в 1 семестре.

Содержание дисциплины является логическим продолжением изучения дисциплины бакалавриата «Надежность и ремонт машин» В свою очередь она служит основой для освоения остальных дисциплин подготовки магистра, а также для проведения исследований.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды компетенций	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
УК-2	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Предлагает способы решения проблемной ситуации исходя из осуществленного поиска вариантов решения на основе доступных источников информации.	Знать: - математические основы теории надежности; - причины потери работоспособности элементов машин и способы её поддержания при эксплуатации и ремонте; - методы испытаний отдельных элементов (деталей), сборочных единиц и полнокомплектных машин; - способы повышения доремонтного и послеремонтного уровня надежности. Уметь: - применять знания с целью технически грамотной эксплуатации машин и оборудования в АПК; - применять знания, полученные при изучении дисциплины для обеспечения надежности сельскохозяйственной техники. Владеть навыками - разработки мероприятий повышения показателей надежности машин, оборудования и агрегатов; - применять знания с целью технически грамотной эксплуатации машин и оборудования в АПК.
ПК-3	Способен осуществлять проектирование машин, их рабочих органов, средств механизации, средств технического обслуживания, диагностирования и ремонта для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	ПК-3.1 Способен к проектной деятельности на основе системного подхода, умеет строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ	Знать: - основные термины и определения теории надежности машин, влияние эксплуатационных факторов на уровень надежности изделий; - закономерности изменения первоначального уровня надежности в процессе эксплуатации; - закономерности, сущность и характеристики различных видов изнашивания деталей, методы повышения их износостойкости и усталостной прочности; - оценочные показатели надежности изделий, технических систем и их элементов;

Коды компетенций	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
			- этапы создания технических систем; - принципы экспериментальной отработки изделий. Уметь: - задавать требования и выбирать номенклатуру показателей надежности в зависимости от класса изделий, режимов их эксплуатации, характера отказов и их последствий; - рассчитывать оценки показателей надежности по результатам испытаний и наблюдений; - определять остаточный ресурс деталей и сопряжений. Владеть навыками по распределению требований к надежности между элементами системы; - навыками планирования и проведения испытаний машин; - методикой оценки показателей надежности по статистической информации.

3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды работ	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	всего зач. ед. / часов	объем часов	всего часов
		I семестр	I семестр
Общая трудоемкость дисциплины	3/108	3/108	3/108
Аудиторная работа:	36	36	10
Лекции	16	16	4
Практические занятия	20	20	6
Лабораторные работы	-	-	-
Другие виды аудиторных занятий	-	-	-
Предэкзаменационные консультации			
Самостоятельная работа обучающихся, час	72	72	98
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	зачет	зачет

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
Очная форма обучения					
Раздел 1 Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению.		8	10	-	40
1.	Тема 1. Единичные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	2	2	-	8
2.	Тема 2. Комплексные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	2	2	-	8
3.	Тема 3. Конструкционные мероприятия повышения надежности.	2	2	-	8
4.	Тема 4. Технологические мероприятия повышения надежности.	2	2	-	8
	Тема 5. Эксплуатационные и ремонтные мероприятия повышения надежности.	2	2	-	8
Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.		8	10	-	32
5.	Тема 6. Сбор и обработка статистической информации о надежности функционирования объектов.	2	4	-	8
6.	Тема 7. Испытания машин на надежность.	2	2	-	8
7.	Тема 8. Назначение прогнозирования и виды прогнозирования.	2	2	-	8
8.	Тема 9. Методы прогнозирования и обеспечения надежности сельскохозяйственной техники.	2	2	-	8
Всего		16	20	-	72

заочная форма обучения					
Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению.		2	-	4	54
1.	Тема 1. Единичные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	0,25	2-	2	11
2.	Тема 2. Комплексные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	0,25	-	2	11
3.	Тема 3. Конструкционные мероприятия повышения надежности.	0,5	-	-	11
4.	Тема 4. Технологические мероприятия повышения надежности.	0,5	-	-	10
5.	Тема 5. Эксплуатационные и ремонтные мероприятия повышения надежности.	0,5	-	-	11
Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.		2	-	2	44
6.	Тема 6. Сбор и обработка статистической информации о надежности функционирования объектов.	0,5	-	-	11
7.	Тема 7. Испытания машин на надежность.	0,5	-	-	11
8.	Тема 8. Назначение прогнозирования и виды прогнозирования.	0,5	-	-	11
9.	Тема 9. Методы прогнозирования и обеспечения надежности сельскохозяйственной техники.	0,5	-	2	11
Всего		4	-	6	98

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению.

Тема 1.1. Единичные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.

Единичные, комплексные, расчетные, экспериментальные, интегральные, групповые и индивидуальные показатели надежности.

Единичные показатели безотказности: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, интенсивность отказов, параметр потока отказов, средняя наработка на отказ, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа.

Единичные показатели долговечности: средние и гамма-процентные ресурсы и сроки службы.

Единичные показатели ремонтпригодности: среднее время восстановления, гамма-процентное время восстановления, вероятность восстановления, интенсивность восстановления, средняя трудоемкость восстановления, объединенная удельная трудоемкость технического обслуживания и ремонта.

Единичные показатели сохраняемости: средний и гамма-процентный сроки сохраняемости.

Тема 1.2. Комплексные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.

Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования, коэффициент сохранения эффективности, средняя суммарная трудоемкость (стоимость) ремонта (технического обслуживания), коэффициент восстановления ресурса, показатели эксплуатационной, ремонтной технологичности, показатели, характеризующие общее технологическое совершенство конструкции.

Классификация отказов сельскохозяйственной техники: по природе происхождения, по месту, времени и характеру возникновения, по взаимосвязи, по внешним признакам, по степени воздействия отказа, по причине возникновения, по последствиям или затратам.

Основные задачи, решаемые с применением знаний в области повышения и прогнозирования надежности сельскохозяйственной техники.

Тема 1.3. Конструкционные мероприятия повышения надежности.

Выбор долговечных материалов деталей и рациональных их сочетаний в парах трения. Обеспечение нормальных условий работы деталей при наименьших потерях на трение. Снижение концентрации напряжений при выборе формы и размеров деталей. Создание оптимальных температурных режимов работы сопряжений деталей, сборочных единиц и агрегатов в современных форсированных машинах. Обеспечение хороших условий смазывания трущихся поверхностей деталей. Создание эффективных устройств для очистки воздуха, топлива, смазки. Улучшение конструкции и материалов уплотнительных устройств и герметизация сборочных единиц и агрегатов для сельскохозяйственной техники. Обеспечение достаточной жесткости базовых деталей машин и устойчивости их к вибрациям.

Тема 1.4. Технологические мероприятия повышения надежности.

Обеспечение необходимой точности и качества изготовления деталей. Достижение высоких геометрических характеристик качества поверхности. Выбор наиболее рационального вида обработки для различных групп деталей и их рабочих поверхностей: применение упрочнения деталей и их рабочих поверхностей термической и химико-термической обработками, упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием – простой, доступный и эффективный способ повышения их несущей способности и долговечности, повышение долговечности деталей нанесением на их поверхности износостойких и коррозионностойких покрытий, повышение долговечности деталей нанесением на их рабочие поверхности износостойких наплавленных слоев и другие мероприятия конструктивно-технологического характера, направленные на повышение надежности.

Тема 1.5. Эксплуатационные и ремонтные мероприятия повышения надежности.

Условия эксплуатации машин решающим образом влияют на показатели надежности машин и могут свести на нет любые достижения конструкторов и технологов. Долговечность и безотказность машин в эксплуатации зависят от целого ряда мероприятий: обкатка новых (отремонтированных) машин, при которой постоянно ведут контроль за работой двигателя и всех агрегатов с целью выявления повышенного нагрева, шумов и стуков, утечки масла и др.

Организация технического обслуживания и создание для его проведения необходимой базы – основные условия обеспечения надежной и экономичной работы машинно-тракторного парка.

Обеспечение нормального режима работы машин, особенно в зимнее время, повышает их долговечность. Соблюдение установленных правил хранения машин. Контроль и постоянное соблюдение требуемой герметизации агрегатов, сборочных единиц и систем машин в целях предупреждения попадания в них абразива.

Ремонт машин представляет собой весьма важное звено в общей системе поддержания машинно-тракторного парка в работоспособном состоянии. Основные пути решения этой задачи следующие: обеспечение сохранности ремонтного фонда, поступающего на ремонтные предприятия, внедрение на ремонтных предприятиях эффективной мойки и очистки деталей от различных загрязнений, контроль и дефектация изношенных деталей машин, внедрение на ремонтных предприятиях входного контроля, тщательный весовой и размерный подбор деталей, динамическая балансировка вращающихся деталей, обеспечение регламентированных посадок, усилий затяжки при сборке резьбовых соединений, обеспечение хорошей герметизации агрегатов и сборочных единиц при их ремонте, стендовая обкатка и испытания, повышение качества окраски ремонтируемых машин.

Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.

Тема 2.1. Сбор и обработка статистической информации о надежности функционирования объектов.

Сбор информации о показателях надежности машин. Методика обработки полной информации. Методика определения количества деталей, годных для дальнейшего использования и требующих восстановления. Графические методы обработки информации по показателям надежности. Методика обработки многократно усеченной информации. Определение остаточного ресурса элемента при прогнозировании по реализации изменения параметра. Расчетные зависимости надежности узлов и деталей машин по заданным критериям.

Тема 2.2. Испытания машин на надежность.

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.

Испытания в условиях рядовой и подконтрольной эксплуатации. Испытания машин на полигонах и машиноиспытательных станциях. Ускоренные и имитационные испытания. Методы и средства ускоренных испытаний, условия подобия, коэффициент ускорения и т. д.

Испытания на износостойкость, усталостную и коррозионную стойкость.

Организация и проведение испытаний.

Тема 2.3. Назначение прогнозирования и виды прогнозирования.

Прогнозирование технического состояния означает определение будущего состояния машины. Оно может осуществляться как в процессе разработки, так и в период эксплуатации машины. Целью прогнозирования является своевременное обнаружение неблагоприятного состояния машины и разработка рекомендаций по повышению уровня ее надежности. Основная задача прогнозирования – предсказать количественные характеристики надежности машины в будущем, предвидеть полный ресурс, остаточный ресурс, вероятность безотказной работы и т. д.

Прогнозирование технического состояния и прогнозирование надежности, групповое и индивидуальное.

Этапы и задачи прогнозирования.

Тема 2.5. Методы прогнозирования и обеспечения надежности сельскохозяйственной техники.

Характеристика методов прогнозирования надежности.

Аналитическое и вероятностное прогнозирование. Среднестатистическое прогнозирование. Прогнозирование по реализации. Прогнозирование с привлечением аналога. Прогнозирование безотказности машин по параметру состояния в зависимости от наработки. Прогнозирование показателей надежности по критериям подобия. Прогнозирование показателей надежности по интенсивности отказов. Прогнозирование показателей надежности с использованием экспертных методов.

4.3. Перечень тем лекций.

№ п/п	Тема лекции	Объем часов	
		форма обучения	
		очная	заочная
Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению.			
1.	Единичные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	2	0,25
2.	Комплексные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	2	0,25
3.	Конструкционные мероприятия повышения надежности.	2	0,5
4.	Технологические мероприятия повышения надежности.	1	0,5
5.	Эксплуатационные и ремонтные мероприятия повышения надежности.	1	0,5
Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.			
6.	Сбор и обработка статистической информации о надежности функционирования объектов.	2	0,5
7.	Испытания машин на надежность.	2	0,5
8.	Назначение прогнозирования и виды прогнозирования.	2	0,5
9.	Методы прогнозирования и обеспечения надежности функционирования сельскохозяйственной техники	2	0,5
Всего:		16	4

4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ п/п	Тема практического занятия (семинара)	Объем часов	
		форма обучения	
		очная	заочная
Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению.			
1.	Анализ износа деталей машин с применением метода математической статистики.	4	2
2.	Расчет показателей надежности при известном законе распределения рассматриваемой случайной величины.	4	2
3.	Определение полного ресурса сопряжения и допустимых без ремонта размеров сопрягаемых деталей в месте их наибольшего износа.	4	-
Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.			

4.	Расчет параметров плана испытаний на надежность.	2	-
5.	Определение показателей надежности узлов и деталей машин по заданным критериям.	4	-
6.	Определение остаточного ресурса элемента при прогнозировании по реализации изменения параметра.	4	2
Всего:		20	6

4.5. Перечень тем лабораторных работ.

Не предусмотрены учебным планом.

4.6 Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

4.6.1 Подготовка к аудиторным занятиям

Материалы лекций являются основой для изучения теоретической части дисциплины и подготовки студента к практическим занятиям.

При подготовке к аудиторным занятиям студент должен:

- изучить рекомендуемую литературу;
- просмотреть самостоятельно дополнительную литературу по изучаемой теме.

Основной целью практических занятий и лабораторных работ является изучение отдельных наиболее сложных и интересных вопросов в рамках темы, а также контроль степени усвоения пройденного материала и хода выполнения студентами самостоятельной работы.

4.6.2 Перечень тем курсовых работ (проектов).

Не предусмотрены учебным планом.

4.6.3 Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ

Рефераты, расчетно-графические работы не предусмотрены.

4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению.			40	52
1.	Тема 1. Единичные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	1. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – С. 8-11.	8	11
2.	Тема 2. Комплексные показатели надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	1. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – С. 11-16.	8	11
3.	Тема 3. Конструкционные мероприятия повышения надежности.	1. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – С. 16-22.	8	10
4.	Тема 4. Технологические мероприятия повышения	1. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А.	8	10

	надежности.	Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – С. 22-23.		
5.	Тема 5. Теоретические основы трения и изнашивания. Классификация видов изнашивания.	1. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – С. 24-28.	8	10
Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.			32	44
6.	Тема 6. Сбор и обработка статистической информации о надежности функционирования объектов.	1. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – С. 36-41.	8	11
7.	Тема 7. Испытания машин на надежность.	1. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – С. 725-742.	8	11
8.	Тема 8. Назначение прогнозирования и виды прогнозирования.	1. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – С. 725-742.	8	11
9.	Тема 9. Методы прогнозирования и обеспечения надежности функционирования сельскохозяйственной техники	1. Схиртладзе, А. Г. Надежность и диагностика технологических систем: учебник / А. Г. Схиртладзе, М. С. Уколов, А. В. Скворцов; под ред. А. Г. Схиртладзе. – М.: Новое знание, 2008. – с. 138-179.	8	11
Всего			72	96

4.6.5 Другие виды самостоятельной работы студентов

Не предусмотрены.

4.7 Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч
1.	Лекция	Конструкционные мероприятия повышения надежности	Дискуссия, дебаты	2
2.	Практические занятия	Определение показателей надежности узлов и деталей машин по заданным критериям	Дискуссии	2
3.	Лекция	Испытания машин на надежность	Дискуссия, дебаты	2

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в приложении к настоящей программе.

6 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц	Кол-во экз. в библ.
1.	Зубарев Ю. М. Основы надежности машин и сложных систем : учебник / Ю. М. Зубарев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 180 с. – ISBN 978-5-8114-5183-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/134345 (дата обращения: 19.12.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	Электронный ресурс
2.	Схиртладзе, А. Г. Надежность и диагностика технологических систем: учебник / А. Г. Схиртладзе, М. С. Уколов, А. В. Скворцов; под ред. А. Г. Схиртладзе. – М.: Новое знание, 2008. – 517 с. – ISBN 978-5-94735-139-2	Электронный ресурс
3.	Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с. – ISBN 5-10-003278-2.	Электронный ресурс

6.1.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц
1.	Безопасность и надежность технических систем / Л. Н. Алек-сандровская, И. З. Аронов, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов, Н. Н. Патраков, А. М. Шолом: Учебное пособие. – М.: Логос, 2020. – 376 с. – ISBN 978-5-98704-115-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/162953 (дата обращения: 19.12.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2.	Ветошкин, А. Г. Надежность технических систем и техногенный риск. – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. – 156 с.
3.	Костеров, В. В. Надежность технических систем и управление риском: учебное пособие / В. В. Костеров. – М.: МИФИ, 2008. – 280 с. – ISBN 978-5-7262-0939-5.

6.1.3 Периодические издания

№ п/п	Наименование издания	Издательство	Годы издания
1.	Контроль. Диагностика	М.: Издательский дом «Спектр»	2019-2024 гг.
2.	Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов	М.: Издательский дом «Панорама»	2019-2024 гг.
3.	Проблемы машиностроения и надежности машин	М.: Наука	2019-2024 гг.
4.	Инженерно-техническое обеспечение АПК	М.: ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии	2019-2024 гг.
5.	Изобретатель и рационализатор	М.: Редакция журнала «Изобретатель и рационализатор».	2019-2024 гг.

6.1.4 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц
1.	Шовкопляс, А. В. Надежность и ремонт машин: методические указания по выполнению курсовой работы студентам по специальности 35.03.06 «Агроинженерия» / А. В. Шовкопляс; кафедра «Технический сервис в АПК». – Луганск: ЛГАУ, 2021. – 94 с. – URL: http://lnau.su/biblioteka-gou-vo-lnr-lgau/ (дата обращения: 20.08.2022).

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Название интернет-ресурса, адрес и режим доступа
1.	Агрегатор научных публикаций. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: www.elibrary.ru (дата обращения: 20. 08. 2022 г.).
2.	Архив научно-технической документации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.rusarchives.ru (дата обращения: 20. 08. 2022 г.).
3.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://window.edu.ru (дата обращения: 20. 08. 2022 г.).
4.	Научная электронная библиотека. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: www.library.intra.ru (дата обращения: 20. 08. 2022 г.).
5.	Полные тексты газет и журналов России и стран СНГ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: www.online.ebiblioteka.ru (дата обращения: 20. 08. 2022 г.).
6.	Российская национальная библиотека. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: www.nlr.ru (дата обращения: 20. 08. 2022 г.).
7.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ). [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: www.gpntb.ru (дата обращения: 20. 08. 2022 г.).

6.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

6.3.1 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	Практические	Программа для тестовой оценки знаний студентов КТС-2	+	-	+

6.3.2 Аудио- и видеопособия

№ п/п	Вид пособия, наименование

Не предусмотрены.

6.3.3 Компьютерные презентации учебных курсов

№ п/п	Тема, вид занятия
1.	Точность и качество механической обработки деталей. Практическое занятие.
2.	Базирование заготовок. Практическое занятие.
3.	Качество поверхностей и основы технологических методов повышения надежности деталей машин. Лекция.

7 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1.	1М-216 – учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий по надежности машин и выполнения выпускных квалификационных работ	Наглядные пособия по надежности машин и изношенности деталей (валы, шкивы, диски, лемехи, лапы, подшипники и т. д.), стенд для дипломного проектирования, стол аудиторный – 14 шт., стол простой – 3 шт., стул – 32 шт., трибуна большая – 1 шт.
2.	2М-103 – учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий	Ванна гальваническая, гидравлический пресс ОКС-1641, балансировочный станок КИ-4274, набор шероховальных инструментов, стенд для изучения износов рабочих органов сельскохозяйственных машин, электровулканизатор ОШ 8979; стенд для статической балансировки, стол аудиторный – 5 шт., стол винтовой – 4 шт., стул простой – 15 шт., стул зеленый – 1 шт., стул п/мягкий – 1 шт.
3.	2М-114 – научно-исследовательская лаборатория, учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий	Машины трения МСЦ-2 и МАСТ-1, аналитические весы ВА-31, шкаф дефектовщика, осциллограф – 5 шт., профилометр-профилограф модели 201, микроскоп металлографический модели МИМ-7, шкафы электрические, дистиллятор, графопроектор, фотоаппараты: «Зенит» – 1 шт., «Киев» – 1 шт., шкаф плательный – 1 шт., шкаф – 1 шт., стол одностумбовый – 5 шт., стол аудиторный – 2 шт., антресоль – 1 шт., вешалка – 1 шт., стул мягкий – 4 шт., сейф – 1 шт., стул – 2 шт., кресло для отдыха – 2 шт.
4.	2М-204 – учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий	Стенд для проверки приборов электрооборудования КИ-968М – 3 шт., магнитный дефектоскоп 77ПМД-3М, ультразвуковой дефектоскоп УДМ-3, наборы для дефектации деталей: пробки, шаблоны, скобы, щупы, техническая документация, стол аудиторный – 5 шт., стул – 12 шт., стул мягкий – 1 шт.

8 Междисциплинарные связи

Протокол

согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об из- менениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования
Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок	Тракторы и автомобили	Согласовано

Лист изменений рабочей программы

Номер изменения	Номер протокола заседания кафедры и дата	Страницы с изменениями	Перечень откоррек- тированных пунктов	Подпись заве- дующего кафедрой

Лист периодических проверок рабочей программы

Должностное лицо, проводившее проверку Ф.И.О., должность,	Дата	Потребность в корректировке	Перечень пунктов, стр., разделов, требующих изменений

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Луганский государственный аграрный университет
имени К.Е. Ворошилова»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю) «Прогнозирование надежности функционирования
сельскохозяйственной техники»

Направление подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Профиль «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»

Уровень профессионального образования – магистр

Год начала подготовки: 2023

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Предлагает способы решения проблемной ситуации исходя из осуществленного поиска вариантов решения на основе доступных источников информации	Первый этап (пороговый уровень)	Знать: математические основы теории надежности; причины потери работоспособности элементов машин и способы её поддержания при эксплуатации и ремонте; методы испытаний отдельных элементов (деталей), сборочных единиц и полнокомплектных машин; способы повышения доремонтного и послеремонтного уровня надежности.	Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению. Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	Тесты закрытого типа	Зачет
			Второй этап (продвинутый уровень)	Уметь: применять знания с целью технической грамотной эксплуатации машин и оборудования в АПК; применять знания, полученные при изучении дисциплины для обеспечения надежности сельскохозяйственной техники.	Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению. Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности	Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Зачет

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
					функционирования сельскохозяйственной техники.		
			Третий этап (высокий уровень)	Владеть навыками: разработки мероприятий повышения показателей надежности машин, оборудования и агрегатов; применять знания с целью технически грамотной эксплуатации машин и оборудования в АПК.	Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению. Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	Практические задания	Зачет
ПК-3	Способен осуществлять проектирование машин, их рабочих органов, средств механизации, средств технического обслуживания, диагностирования и ремонта для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной про-	ПК-3.1 Способен к проектной деятельности на основе системного подхода, умеет строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качест-	Первый этап (пороговый уровень)	Знать: основные термины и определения теории надежности машин, влияние эксплуатационных факторов на уровень надежности изделий; закономерности изменения первоначального уровня надежности в процессе эксплуатации; закономерности, сущность и характеристики различных видов	Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению. Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования	Тесты закрытого типа	Зачет

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
	дукции	венный и количественный анализ		изнашивания деталей, методы повышения их износостойкости и усталостной прочности; оценочные показатели надежности изделий, технических систем и их элементов; этапы создания технических систем; принципы экспериментальной отработки изделий.	ния сельскохозяйственной техники.		
			Второй этап (продвинутый уровень)	Уметь: задавать требования и выбирать номенклатуру показателей надежности в зависимости от класса изделий, режимов их эксплуатации, характера отказов и их последствий; рассчитывать оценки показателей надежности по результатам испытаний и наблюдений; определять остаточный ресурс деталей и сопряжений.	Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной техники и мероприятия по ее повышению. Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.	Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Зачет
			Третий этап (высокий уровень)	Владеть навыками по распределению требований к надежности между элементами системы;	Раздел 1. Оценочные показатели надежности сельскохозяйственной	Практические задания	Зачет

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
				навыками планирования и проведения испытаний машин; методикой оценки показателей надежности по статистической информации.	техники и мероприятия по ее повышению. Раздел 2. Испытания машин на надежность. Методы прогнозирования надежности функционирования сельскохозяйственной техники.		

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая измерить уровень знаний.	Тестовые задания	В тесте выполнено 90-100 % заданий	Оценка «Отлично» (5)
				В тесте выполнено более 75-89 % заданий	Оценка «Хорошо» (4)
				В тесте выполнено 60-74 % заданий	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				В тесте выполнено менее 60 % заданий	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
				Большая часть определений не представлена, либо представлена с грубыми ошибками.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
2.	Опрос	Форма работы, которая позволяет оценить кругозор, умение логически построить ответ, умение продемонстрировать монологическую речь и иные коммуникативные навыки. Устный опрос обладает большими возможностями воспитательного воздействия, создавая условия для неформального общения.	Вопросы к опросу	Продемонстрированы предполагаемые ответы; правильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; есть логика рассуждений.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы; есть логика рассуждений, но неточно использован алгоритм обоснований во время рассуждений и не все ответы полные.	Оценка «Хорошо» (4)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы, но неправильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; отсутствует логика рассуждений; ответы не полные.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Ответы не представлены.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
3.	Практическое задание	Направлено на овладение методами и методиками изучаемой дисциплины. Для решения предлагается ответить на контрольные вопросы или решить конкретное задание (ситуацию) без применения математических расчетов.	Вопросы к практическим занятиям	Продемонстрировано свободное владение профессионально-понятийным аппаратом, владение методами и методиками дисциплины. Показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, при применении методов и методик дисциплины незначительные неточности.	Оценка «Хорошо» (4)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представле ние оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				ти, показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме, но с некоторыми неточностями.	
				Продemonстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом на низком уровне; допускаются ошибки при применении методов и методик дисциплины. Задание выполнено не полностью.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Не продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, методами и методиками дисциплины. Задание не выполнено.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
4.1	Зачет	Зачет выставляется в результате подведения итогов текущего контроля. Зачет в форме итогового контроля проводится для обучающихся, которые не справились с частью заданий текущего контроля.	Вопросы к зачету	Показано знание теории вопроса, понятийного аппарата; умение содержательно излагать суть вопроса; владение навыками аргументации и анализа фактов, явлений, процессов в их взаимосвязи. Выставляется обучающемуся, который освоил не менее 60 % программного материала дисциплины.	«Зачтено»
				Знание понятийного аппарата, теории вопроса, не продемонстрировано; умение анализировать учебный материал не продемонстрировано; владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано. Обучающийся освоил менее 60 % программного материала дисциплины.	«Не зачтено»
4.2	Зачет	Зачет выставляется в результате подведения итогов текущего контроля. Зачет в форме итогового контроля проводится для обучающихся, которые не справились с частью заданий текущего контроля.	Тестовые задания к зачету	В тесте выполнено 60-100 % заданий	«Зачтено»
				В тесте выполнено менее 60 % заданий	«Не зачтено»

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Оценочные средства для проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме тестовых заданий, устного опроса и лабораторно-практических занятий.

УК-2 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-1.2 Предлагает способы решения проблемной ситуации исходя из осуществленного поиска вариантов решения на основе доступных источников информации

Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: математические основы теории надежности; причины потери работоспособности элементов машин и способы её поддержания при эксплуатации и ремонте; методы испытаний отдельных элементов (деталей), сборочных единиц и полнокомплектных машин; способы повышения доремонтного и послеремонтного уровня надежности.

Тестовые задания закрытого типа

1. Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки называется: (выберите один вариант ответа)

- а) безотказность
- б) ремонтпригодность
- в) сохраняемость
- г) надежность
- д) долговечность

2. Среди приведенных ниже показателей надежности укажите вероятность отказа: (выберите один вариант ответа)

- а) $P(t)$
- б) $a(t)$
- в) $F(t)$
- г) $\lambda(t)$
- д) $\omega(t)$

3. Отказ, возникающий в результате применения при изготовлении или ремонте системы технологических процессов несоответствующего качества или из-за их нарушения, называется: (выберите один вариант ответа)

- а) независимым
- б) производственным
- в) зависимым
- г) внезапным
- д) постепенным

4. Свойства, которые характеризуют надежность объекта: (выберите один вариант ответа)

- а) работоспособность, долговечность, безотказность, исправность
- б) долговечность, безотказность, эргономичность, ремонтпригодность
- в) безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость

- г) срок службы, безотказность, ремонтпригодность
- д) ремонтпригодность, экономичность, работоспособность, безотказность

5. Состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации называют: (выберите один вариант ответа)

- а) допустимым
- б) исправным
- в) работоспособным
- г) предельным состоянием

Ключи

1.	а
2.	в
3.	б
4.	в
5.	б

Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: применять знания с целью технически грамотной эксплуатации машин и оборудования в АПК; применять знания, полученные при изучении дисциплины для обеспечения надежности сельскохозяйственной техники.

Задания открытого типа (вопросы для опроса):

1. Какие свойства машины характеризуют ее надежность?
2. В результате чего происходит переход системы из работоспособного в неработоспособное состояние?
3. Что такое неисправное состояние?
4. Укажите свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения, не являясь комплексным свойством надежности.
5. Как называется использование дополнительных элементов, которые не являются функционально необходимыми и применяются только для замены отказавших?

Ключи

1.	Сохраняемость, безотказность, ремонтпригодность и долговечность
2.	Отказа
3.	Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической документации
4.	Работоспособность
5.	Структурное резервирование

Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «владеть»: навыками разработки мероприятий повышения показателей надежности машин, оборудования и агрегатов; применять знания с целью технически грамотной эксплуатации машин и оборудования в АПК.

Практические задания:

1. Система состоит из пяти блоков, которые соединены последовательно. Надежность блоков характеризуется вероятностями безотказной работы в течение времени t и равняется: $P_1(t)=0,98$, $P_2(t)=0,99$, $P_3(t)=0,97$, $P_4(t)=0,96$, $P_5(t)=0,94$. Найти вероятность безотказной работы системы.

2. Определите вероятность безотказной работы системы с двумя параллельно включенными блоками. Вероятность безотказной работы каждого из них составляет $P(t)=0,7$.
3. На испытание поставили 50 одинаковых технологических систем. За первые 150 часов отказали 8 систем, а в интервале наработки от 150 до 200 часов отказали еще 5 систем. Определить частоту отказов систем в интервале наработки 150-200 часов.
4. На испытание поставили 53 одинаковых технологических систем. Через 1500 часов наработки отказали 8 систем. Найти вероятность безотказной работы $P(t)$ и вероятность отказов $F(t)$ систем в течение наработки в 1500 часов.
5. Известно, что интенсивность отказов системы $\lambda(t)=0,011$ отказов/час, а среднее время восстановления $t_B=16$ часов. Необходимо найти коэффициент готовности системы.

Ключи

1.	Вероятность безотказной работы системы, состоящей из пяти элементов, которые соединены последовательно, определяется по формуле $P_C(t) = \prod_{i=1}^{N=5} P_i(t) = 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,97 \cdot 0,985 \cdot 0,975 = 0,9.$ <i>Сокращенный вариант ответа:</i> $P_C(t)=0,9$.
2.	Вероятность безотказной работы системы с двумя параллельно включенными блоками определяется по выражению $P_C(t) = 1 - \left[1 - \prod_{i=1}^n P_i(t) \right]^{m+1},$ где n – число элементов основной или любой резервируемой цепи. $n=2$; m – число резервных цепей (кратность резервирования). $m=1$ $P_C(t) = 1 - [1 - 0,9]^2 = 1 - 0,01 = 0,99.$ <i>Сокращенный вариант ответа:</i> $P_C(t)=0,99$.
3.	Частота отказов определяется по формуле $a_{(150...200)} = \frac{\frac{n_{(150...200)}}{\Delta Q}}{N_0},$ где $n(\Delta t)$ – количество технических систем, которые отказали в интервале от 150 до 200 часов. $n(\Delta t)=5$; ΔQ – интервал наработки, ч. $\Delta Q=50$ ч; N_0 – количество технических систем в начале испытаний. $N_0=50$; $a_{(150...200)} = \frac{\frac{5}{50}}{50} = \frac{5}{50 \cdot 50} = 0,002 \frac{\text{отказа}}{\text{ч}}$ <i>Сокращенный вариант ответа:</i> Частота отказов 0,002 отказа/ч.
4.	Вероятность безотказной работы определяем по выражению $P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0},$ где N_0 – количество изделий в начале испытаний; $n(t)$ – количество изделий, которые отказали за время $t=1500$ ч. $n(t)=8$. $P(1500) = \frac{53 - 8}{53} = \frac{42}{50} = 0,85.$

	Вероятность отказа $F(t) = 1 - P(t)$ $F(1500) = 1 - 0,85 = 0,15.$ <i>Сокращенный вариант ответа:</i> $P(1500)=0,85, F(1500)=0,15.$
5.	Средняя наработка на отказ $T_c = \frac{1}{\lambda_c},$ где λ_c – интенсивность отказов системы, отказ/ч. $\lambda_c=0,011$ отказ/ч; $T_c = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{0,011} = 91 \text{ ч.}$ Коэффициент готовности $K_r = \frac{T_c}{T_c + t_B},$ где t_B – среднее время восстановления, ч. $t_B=16$ ч $K_r = \frac{91}{91 + 16} = 0,85.$ <i>Сокращенный вариант ответа:</i> Коэффициент готовности $K_r=0,85.$

ПК-3 Способен осуществлять проектирование машин, их рабочих органов, средств механизации, средств технического обслуживания, диагностирования и ремонта для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции

ПК-3.1 Способен к проектной деятельности на основе системного подхода, умеет строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ

Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: основные термины и определения теории надежности машин, влияние эксплуатационных факторов на уровень надежности изделий; закономерности изменения первоначального уровня надежности в процессе эксплуатации; закономерности, сущность и характеристики различных видов изнашивания деталей, методы повышения их износостойкости и усталостной прочности; оценочные показатели надежности изделий, технических систем и их элементов; этапы создания технических систем; принципы экспериментальной отработки изделий.

Тестовые задания закрытого типа

1. Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования называется: (выберите один вариант ответа)

- а) безотказность
- б) ремонтпригодность
- в) сохраняемость
- г) надежность
- д) долговечность

2. Среди приведенных ниже показателей надежности укажите интенсивность отказа: (выберите один вариант ответа)

- а) $P(t)$
- б) $a(t)$
- в) $F(t)$
- г) $\lambda(t)$
- д) $\omega(t)$

3. Увеличение функциональных параметров объекта с целью повышения его надежности в зависимости от режима работы называется: (выберите один вариант ответа)

- а) параметрическим резервированием
- б) резервирование по прочности
- в) функциональное резервирование
- г) структурное резервирование
- д) энергетическое резервирование

4. Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений лимитирующих параметров, называется: (выберите один вариант ответа)

- а) независимым
- б) внезапным
- в) перемежающимся
- г) зависимым
- д) постепенным

5. Использование дополнительных элементов, которые не являются функционально необходимыми и применяются только для замены отказавших, называется: (выберите один вариант ответа)

- а) параметрическим резервированием
- б) резервирование по прочности
- в) структурное резервирование
- г) функциональное резервирование
- д) энергетическое резервирование

Ключи

1.	г
2.	г
3.	а
4.	б
5.	в

Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: задавать требования и выбирать номенклатуру показателей надежности в зависимости от класса изделий, режимов их эксплуатации, характера отказов и их последствий; рассчитывать оценки показателей надежности по результатам испытаний и наблюдений; определять остаточный ресурс деталей и сопряжений.

Задания открытого типа (вопросы для опроса):

1. Какое состояние объекта называется исправным?
2. Как называется суммарная наработка машин от начала эксплуатации до наступления предельного состояния?
3. При каком виде резервирования резервные элементы подключены к основным в течение всего времени работы при одинаковом режиме?

4. Как называется многократно возникающий и затем самоустраниющийся отказ одного и того же характера?
5. Как называется свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования?

Ключи

1.	Все показатели соответствуют требованиям нормативно-технической документации
2.	Ресурс
3.	Постоянным
4.	Перемещающимся
5.	Надежность

Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «владеть»: навыками по распределению требований к надежности между элементами системы; навыками планирования и проведения испытаний машин; методикой оценки показателей надежности по статистической информации.

Практические задания:

1. Система состоит из 500 деталей, средняя интенсивность отказов которых $\lambda_{CP}=0,2 \cdot 10^{-5}$ отказов/час. Найти среднюю наработку до первого отказа.
2. На испытание поставили 60 одинаковых технологических систем. За первые 150 часов отказали 9 систем, а в интервале наработки от 150 до 200 часов отказали еще 6 систем. Определить интенсивность отказов систем в интервале наработки 150-200 часов.
3. Классификация и назначение испытаний на надежность.
4. Охарактеризуйте виды резервирования.
5. Методы прогнозирования надежности машин.

Ключи

1.	Интенсивность отказов комплекса (системы) равняется $\lambda_c = \lambda_{CP} \cdot N,$ где N – количество деталей, из которых состоит система, шт. N=500 $\lambda_c = 0,2 \cdot 10^{-5} \cdot 500 = 0,001 \frac{\text{отказов}}{\text{час}}$ Средняя наработка до первого отказа $T_c = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{0,001} = 1000 \text{ ч.}$ <i>Сокращенный вариант ответа:</i> Нарботка до первого отказа $T_c=1000$ ч.
2.	Интенсивность отказов $\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{CP} \Delta t},$ где N_{CP} – среднее количество исправно работающих изделий в интервале Δt. $N_{CP} = \frac{N_i + N_{i+1}}{2}$ где N_i – количество технических систем, которые исправно работали в начале интервала Δt; N_{i+1} – количество технических систем, которые исправно работали в конце интервала Δt.

	$N_{CP} = \frac{(60 - 9) + (60 - 15)}{2} = 48 \text{ шт.}$ $\lambda_{(150 \dots 200)} = \frac{\frac{6}{5}}{48} = \frac{6}{5 \cdot 48} = 0,025 \frac{\text{отказов}}{\text{час}}$ <i>Сокращенный вариант ответа:</i> Интенсивность отказов $\lambda(t)=0,025$ отказов/ч.
3.	Наиболее полная и достоверная информация о надежности изделий может быть получена только в ходе проведения испытаний. Испытания проводят для опытных, модернизированных, серийных или отремонтированных объектов. В зависимости от назначения и целей испытаний различают контрольные (сравнительные) и определительные испытания. Контрольные испытания проводят для контроля надежности и качества машин и их элементов и подтверждения стабильности заявленных показателей надежности. Оценочные испытания проводят для предварительной оценки надежности и качества машин и их элементов без установления требований точности и доверительной вероятности оцениваемых параметров. Предварительные испытания проводят предприятия-разработчики для проверки соответствия машины или сборочной единицы техническому заданию и технической документации. Приемочные испытания проводят для всесторонней оценки надежности и качества изделия, определения соответствия его техническому заданию, требованиям стандартов и технической документации. Приемо-сдаточные испытания проводят для контроля продукции серийного производства. Типовые испытания продукции проводят после внесения изменений в конструкцию или технологию изготовления для проверки эффективности мероприятий и сравнительной оценки надежности изделия. Периодические испытания проводят для контроля стабильности качества производимой продукции через установленные промежутки времени. Государственные, межведомственные и ведомственные испытания опытных образцов или партий проводят для решения вопроса о целесообразности постановки изделия на производство и ввода его в эксплуатацию. Определительные испытания проводят для определения значений параметров надежности и качества продукции с установленной точностью. Исследовательские испытания проводят для изучения свойств объекта и закономерностей изменения этих свойств в процессе его работы. Доводочные испытания проводят в процессе отработки конструкции объекта для оценки влияния вносимых в нее изменений с целью достижения требуемых показателей надежности и качества. Граничные испытания проводят для определения зависимостей между показателями надежности объекта и параметрами режимов эксплуатации. В зависимости от продолжительности проведения и нагрузочных режимов различают нормальные, ускоренные (форсированные) или сокращенные (цензурированные) испытания, а также испытания с применением методов физического моделирования. <i>Сокращенный вариант ответа:</i> Полная и достоверная информация о надежности изделий может быть получена только в ходе проведения испытаний. В зависимости от назначения и целей

	испытаний различают контрольные, оценочные, предварительные, приемочные, определительные, исследовательские, доводочные испытания. В зависимости от продолжительности различают нормальные, ускоренные или сокращенные испытания.
4.	Резервированием называют метод повышения надежности технологических систем за счет введения избыточности. В соответствии с ГОСТ различают три основных вида резервирования: - структурное, - информационное, - временное. Структурное резервирование (или аппаратное) предусматривает использование избыточных элементов технологической системы. Информационное резервирование предусматривает использование избыточной информации. Временное резервирование предусматривает использование избыточного времени. Наиболее широкое распространение в настоящее время получило структурное резервирование. Различают два метода резервирования: активное и пассивное. В первом случае структура технологической системы такова, что при появлении отказа она перестраивается и происходит восстановление работоспособности, т. е. происходит как бы «самовосстановление» технологической системы. При пассивном резервировании технологической системы отказ одного или даже нескольких элементов не влияет на его работу. Резервирование, кратность которого равна единице, называется дублированием. <i>Сокращенный вариант ответа:</i> Резервированием называют метод повышения надежности технологических систем за счет введения избыточности. Различают три основных вида резервирования: структурное, информационное, временное. Различают также два метода резервирования: активное и пассивное. Резервирование, кратность которого равна единице, называется дублированием.
5.	Методы прогнозирования надежности машин выбирают с учетом задач прогнозирования количества и качества исходной информации, полученной в результате исследований надежности машин; характера реального процесса изменения показателя надежности или прогнозируемого параметра. Методы прогнозирования по характеру исходной информации могут быть разделены на три основные группы: 1. Методы экспертных оценок. 2. Методы моделирования, включающие физические, физико-математические и информационные модели. 3. Статистические методы прогнозирования, основанные на интерполяции или экстраполяции данных, полученных в результате предварительных исследований, корреляционный и регрессионный анализ и др. <i>Сокращенный вариант ответа:</i> Методы прогнозирования делятся на три основные группы: экспертных оценок, моделирования и статистические.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Вопросы для зачета:

1. Значения проблемы повышения надежности сельскохозяйственной техники для аграрного сектора страны.
2. Роль отечественных ученых в формировании и развитии науки о надежности.
3. Поясните понятия продукция, изделие, продукт.
4. Качество как совокупность свойств объекта. 10 групп свойств, характеризующих качество сельскохозяйственной техники.
5. Что такое надежность сельскохозяйственной техники? Составляющие надежности.
6. Какова физическая природа возникновения постепенных и внезапных отказов.
7. Что такое триботехника? Задачи триботехники.
8. Виды трения. Внешнее и внутреннее трение. Классификация видов трения.
9. Теории, объясняющие природу трения. Сущность механической и молекулярно-механической теории трения.
10. Теории, объясняющие природу трения. Сущность энергетической теории трения.
11. Поверхностные и приповерхностные слои трущихся твердых тел Характеристика слоев.
12. Механизм внешнего трения. Понятие о третьем теле. Управление процессами трения.
13. Поясните понятия: изнашивание, износ. Что такое скорость изнашивания, интенсивность изнашивания?
14. Поясните понятия: износостойкость, относительная износостойкость, линейный износ.
15. Процессы, происходящие при изнашивании: схватывание, заедание и др. Сущность процессов.
16. Классификация видов изнашивания. Разновидности механического и коррозионно-механического изнашивания.
17. Поясните понятия: смазка, смазывание, смазочный материал.
18. Приведите классификацию видов смазки и их характеристику.
19. Сущность и процессы, происходящие при абразивном изнашивании. Область распространения и меры борьбы с абразивным изнашиванием. Приведите на примерах изнашивания деталей сельскохозяйственной техники.
20. Усталостное изнашивание. Сущность, процессы в поверхностных и объемных слоях деталей машин при усталостном изнашивании. Область распространения и меры борьбы с усталостным износом.
21. Гидро- и газоабразивное изнашивание. Сущность процессов. Приведите при-меры.
22. Механо-химическое абразивное изнашивание рабочих органов почвообрабатывающих машин. Влияние физико-механических свойств почвы на процесс изнашивания рабочих органов машин.
23. Что такое осповидный износ (питгинг)? Поясните сущность процесса на примере изнашивания шарикоподшипника.
24. Кавитационное изнашивание. Сущность процесса. Приведите примеры.
25. Эрозионное, гидроэрозионное (газоэрозионное) изнашивание деталей. Сущность процессов. Щелевая эрозия. Приведите примеры.
26. Окислительное изнашивание. Сущность процесса, условия протекания, область распространения. Приведите примеры.
27. Изнашивание при фреттинг-коррозии. Сущность процесса. Область распространения. Меры борьбы с фреттинг-коррозией.

28. Электроэрозионное изнашивание. Сущность процесса. Область распространения. Приведите примеры.
29. Водородное изнашивание. Сущность процесса, условия протекания, область распространения. Меры борьбы с водородным изнашиванием.
30. Изнашивание при заедании. Сущность процесса. Приведите примеры.
31. Сущность явления избирательного переноса. Использование избирательного переноса для уменьшения износа трущихся пар.
32. Задачи изучения видов изнашивания и износов деталей.
33. Основные показатели и закономерности изнашивания.
34. Что такое микрометраж деталей? Для каких целей он применяется?
35. Как влияет макро- и микрогеометрия поверхностей на изнашивание деталей машин? Оптимальная микрогеометрия поверхностей.
36. Методы определения износов деталей машин и область их применения.
37. Коррозионные повреждения деталей и узлов, условия протекания коррозии и меры борьбы с ней. Приведите примеры.
38. Понятие показателя надежности. Единичные и комплексные показатели надежности.
39. Какими показателями характеризуется безотказность восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических объектов?
40. Поясните понятия: техническое состояние, повреждение, отказ.
41. Три группы отказов по сложности устранения. Приведите примеры.
42. Классификация отказов сельскохозяйственной техники. Приведите примеры.
43. Какими показателями характеризуется долговечность технических объектов?
44. Поясните понятия: гарантийный ресурс; гамма-процентный ресурс.
45. Коэффициент технического использования машин как комплексный показатель надежности.
46. Каковы цель, назначение и особенности испытаний сельскохозяйственной техники на надежность?
47. Планы испытаний сельскохозяйственной техники на надежность. Выбор плана испытаний.
48. Коэффициент готовности технических объектов. Свойства, характеризующиеся этим показателем.
49. Стендовые и полигонные испытания технических объектов на надежность. Сущность этих испытаний.
50. Ускоренные испытания на надежность, их достоинства и недостатки. Коэффициент ускорения.
51. Эксплуатационные испытания сельскохозяйственной техники на надежность. Сущность и порядок проведения.
52. Изложите порядок обработки информации, полученной при испытании сельскохозяйственной техники.
53. Поясните, как выбирают теоретический закон распределения для выравнивания опытной информации.
54. Экспоненциальный закон надежности. Сущность закона.
55. Поясните понятия: техническая система, структурная схема технической системы. Приведите примеры.
56. Поясните понятия, связанные с резервированием в технических системах: основной элемент, резервный элемент, кратность резервирования, дублирование.
57. Последовательное соединение элементов технической системы. Вероятность безотказной работы системы при последовательном соединении элементов.
58. Параллельное соединение элементов технической системы. Вероятность безотказной работы системы при параллельном соединении элементов.

59. Параллельно-последовательное соединение элементов технической системы. Порядок расчета вероятности безотказной работы системы с параллельно-последовательным соединением элементов.
60. Поясните понятия: нагруженный и незагруженный резервный элемент.
61. Агрегатный (агрегатно-узловой) метод ремонта как один из способов резервирования машин.
62. Сущность и задачи диагностирования сельскохозяйственной техники.
63. Методы прогнозирования технического состояния машин.
64. Поясните понятия, связанные с диагностированием технических объектов: структурный параметр, диагностический параметр, выходные процессы, диагностические сигналы. Приведите примеры.
65. Поясните сущность акустического и виброметрического методов диагностирования сельскохозяйственной техники.
66. Поясните сущность функционального и комбинированного методов диагностирования сельскохозяйственной техники.
67. Кривая износа сопряжения. Охарактеризуйте три явно выраженных участка кривой.
68. Поясните, что такое номинальные, допустимые и предельные размеры деталей. Приведите примеры.
69. Перечислите основные требования к ремонтпригодности сельскохозяйственной технике.
70. Перечислите основные конструктивные мероприятия повышения надежности машин.
71. Перечислите основные технологические мероприятия повышения надежности машин.
72. Перечислите основные эксплуатационные мероприятия, обеспечивающие требуемую надежность машин.
73. Ремонтные мероприятия, обеспечивающие требуемую надежность машин.
74. Поясните, что такое физический и моральный износ машин.
75. Задачи и основные направления дальнейшего развития науки о надежности машин.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Текущий контроль

Тестирование для проведения текущего контроля проводится с помощью Системы дистанционного обучения или компьютерной программы КТС-2,0. На тестирование отводится 10 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 10 вопросов. Количество возможных вариантов ответов – 4 или 5. Студенту необходимо выбрать один или несколько правильных ответов. За каждый правильный ответ на вопрос присваивается 10 баллов. Шкала перевода: 9-10 правильных ответов – оценка «отлично» (5), 7-8 правильных ответов – оценка «хорошо» (4), 6 правильных ответов – оценка «удовлетворительно» (3), 1-5 правильных ответов – оценка «не удовлетворительно» (2).

Опрос как средство текущего контроля проводится в форме устных ответов на вопросы. Студент отвечает на поставленный вопрос сразу, время на подготовку к ответу не предоставляется.

Лабораторно-практические задания как средство текущего контроля проводятся в письменной форме. Студенту выдается задание и предоставляется 10 минут для подготовки к ответу.

Промежуточная аттестация

Зачет проводится в устной форме. Из вопросов зачета составляется 20 билетов. Каждый билет включает в себя три вопроса. Комплект билетов представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

На подготовку к ответу студенту предоставляется академический час.