

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Технологический факультет

Кафедра технологического оборудования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия

Профиль подготовки: Искусственный интеллект

Квалификация выпускника: Бакалавр

Вологда – Молочное

2024

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Разработчик: канд. техн. наук, доцент Баронов В.И.

Программа одобрена на заседании кафедры технологического оборудования 25 января 2024 года, протокол № 6.

Зав. кафедрой: канд. техн. наук, доцент Виноградова Ю.В.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии технологического факультета 15 февраля 2024 года, протокол № 6.

Председатель методической комиссии: канд. техн. наук, доцент Бурмагина Т.Ю.

1 Цель и задачи дисциплины

Цель - приобретение студентами знаний по оценке надежности технических систем, разработке и осуществлению мероприятий по ее повышению.

Задачи:

- изучение основ теории надежности машин, оборудования и технических систем.
- изучение способов повышения доремонтного и послеремонтного уровней надежности;
- изучение правил проведения испытаний машин, механизмов и технических систем на надежность.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Надежность технических систем» относится к факультативным дисциплинам основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО) по направлению подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия». Индекс по учебному плану – ФТД.В.02.

К числу входных знаний, навыков и компетенций студента, приступающего к изучению дисциплины «Надежность технических систем», должно относиться знание основных законов теории вероятностей и математической статистики.

Освоение учебной дисциплины «Надежность технических систем» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении дисциплины «Математика». Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, являются базой для подготовки к итоговой аттестации.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4. Способен организовать работу по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники и оборудования	ИД-1 ПК-4 Демонстрирует знания технологии производства сельскохозяйственной продукции и передового опыта в области эксплуатации сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции ИД-2 ПК-4 Проводит анализ эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники, разрабатывает способы повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники с учетом предложений персонала, осуществляет анализ рисков от их реализации ИД-3 ПК-4 Производит выдачу производственных заданий персоналу и вносит коррективы в планы работы подразделения для внедрения предложений по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники, согласованных с руководством организации
ПК-5. Способен участвовать в испытаниях сельскохозяйственной техники по стандартным методикам	ИД-1 ПК-5 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении испытаний сельскохозяйственной техники по стандартным методикам ИД-2 ПК-5 Проводит статистическую обработку результатов опытов. ИД-3 ПК-5 Обобщает результаты опытов и формулирует выводы по испытаниям сельскохозяйственной техники.

4 Структура и содержание учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу.

4.1 Структура учебной дисциплины

Вид учебной работы	Всего очно	Семестр	Всего заочно
		7	
Аудиторные занятия (всего)	34	34	34
в том числе:			
Лекции (Л)	17	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17	17
Самостоятельная работа (всего)	2	2	2
Вид промежуточной аттестации		Зачет	
часы	-	-	-
Общая трудоемкость, часы	36	36	36
Зачетные единицы	1	1	1

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Основные понятия теории надежности.

Основные термины и определения. Показатели надежности. Случайные величины и их характеристики. Различные периоды работы технических устройств. Совместное действие внезапных и постепенных отказов.

Раздел 2. Физические основы надежности.

Законы, характеризующие работоспособность транспортных средств, технологических машин и оборудования. Причины, нарушающие работоспособность и снижающие уровень надежности машин, их анализ. Анализ причин отказов. Классификация отказов. Характеристики и закономерности изнашивания. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания.

Раздел 3. Методы расчета показателей надежности.

Показатели надежности как случайные величины. Сбор статистической информации о надежности объектов. 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; выравнивание опытной информации теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла; определение критерия согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности; определение параметров распределения; расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки расчета.

Раздел 4. Испытание машин на надежность.

Назначение испытаний. Классификация испытаний на надежность. Планирование испытаний на надежность. Рекомендуемые планы испытаний на надежность и методика их выбора. 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.

Раздел 5. Методы повышения надежности технических систем.

Обеспечение высокого первоначального уровня надежности при конструировании машин. Оптимизация надежности при конструировании и производстве машин. Технологические методы обеспечения доремонтного уровня надежности машин. Технологические методы обеспечения послеремонтного уровня надежности.

4.3 Разделы учебной дисциплины и виды занятий.

№ п.п.	Наименование раздела учебной дисциплины	Лекции	Практические занятия	СРС	Конт роль	Всего
1	Основные понятия теории надежности.	4	4			8
2	Физические основы надежности.	4	4			8
3	Методы расчета показателей надежности.	4	4			8
4	Испытание машин на надежность.	2	2	1		5
5	Методы повышения надежности технических систем.	3	3	1		7

5 Матрица формирования компетенций по дисциплине

№ п.п.	Разделы дисциплины	Профессиональные компетенции		Общее количество компетенций
		ПК-4	ПК-5	
1	Основные понятия теории надежности.	+	+	2
2	Физические основы надежности.	+	+	2
3	Методы расчета показателей надежности.	+	+	2
4	Испытание машин на надежность.	+	+	2
5	Методы повышения надежности технических систем.	+	+	2

6 Образовательные технологии

Объем аудиторных занятий: всего – 34 часа, в том числе лекций – 17 часов, практических занятий 17 часов.

30 % – занятия в интерактивных формах от объема аудиторных занятий.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии и тема занятия	Кол-во часов
7	Лекция	Лекции – визуализации с использованием приложения Microsoft Office Power Point.	6
7	ПР	Защита практических работ методом тестирования на ЭВМ.	4
ВСЕГО:			10

7 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1 Виды самостоятельной работы, порядок ее выполнения и контроля

В основе самостоятельной работы студента лежит выполнение индивидуального домашнего задания «Определение коэффициента годности и восстановления детали». Выполнение индивидуального задания направлено на освоение студентом методики обработки информации о надежности, полученной по усеченной выборке с помощью методов теории вероятностей и математической статистики.

Также к самостоятельной работе относится подготовка к промежуточной аттестации.

7.2 Контрольные вопросы для самопроверки

Понятия «качество» и «надежность». Связь между ними.
Что такое отказ. Внезапные и постепенные отказы. Причины отказов.
Работоспособное, исправное и предельное состояние.
Наработка, ресурс, срок службы.
Основные характеристики надежности.
Показатели безотказности.
Показатели долговечности.
Показатели ремонтпригодности.
Показатели сохраняемости изделий.
Комплексные показатели надежности.
Случайные события и случайные величины.
Статистические характеристики случайных величин.
Закон распределения случайной величины.
Составление вариационного и статистического рядов.
Определение среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации.
Определение доверительных границ рассеивания.
Определение критериев согласия и выбор теоретического закона распределения.
Определение относительной ошибки расчета показателей надежности.
Построение гистограммы и полигона распределения.
Интегральная кривая распределения.
Классификация испытаний машин на надежность.
Виды испытаний по методам сбора информации.
Планы наблюдений в процессе испытаний, их назначение.
Ускорение испытания на надежность, методы ускорения.
Лабораторные испытания материалов на износостойкость и усталостную стойкость.
Понятие об оптимальной надежности.
Прогнозирование ресурса по реализации, среднему статистическому и посредством стендовых испытаний.
Конструктивные, технологические и эксплуатационные мероприятия повышения уровня надежности.
Обеспечение надежности при эксплуатации технических систем.

7.2 Примерные тестовые задания

Состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному требованию нормативно-технической и (или) конструкторской документации называется

1. Неисправным 2. Неработоспособным 3. Предельным

По причине возникновения отказы делят на

1. Конструктивные, производственные и эксплуатационные
2. Внезапные, постепенные и перемежающиеся
3. Явные и скрытные
4. Независимые и зависимые

Выбор теоретического закона распределения показателей надежности может осуществляться

1. По критериям согласия
2. По среднеквадратическому отклонению
3. По математическому ожиданию
4. По доверительной вероятности

Вероятность безотказной работы определяется следующим образом ($n(t)$ - число отказавших объектов за наработку t , N - число объектов совокупности в начале наблюдения)

1. $P(t) = 1 - n(t) / N$
2. $P(t) = n(t) / N$
3. $P(t) = 1 / n(t) / N$
4. $P(t) = (1 - n(t)) / N$

План испытаний, в соответствии с которым отказавшие во время испытаний объекты не восстанавливают и не заменяют, испытания прекращают по истечении времени испытаний или наработки T для каждого неотказавшего объекта, обозначается

1. NUT
2. $NU(r, T)$
3. NRT
4. NMT .

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Основная литература:

1. Рыков, В. В. Надёжность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / В.В. Рыков, В.Ю. Иткин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 192 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-010958-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1124984> (дата обращения: 24.01.2022). – Режим доступа: по подписке.

2. Долгин В.П. Надёжность технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Долгин, А. О. Харченко. - Электрон.дан. - М. : Вузовский учебник : Инфра-М, 2021. - 167 с. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=944892>.

3. Алябьев В.А. Основы теории и методика определения параметров надежности сельскохозяйственных машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Алябьев, Е. И. Бердов, С. А. Барышников. - Электрон. дан. - СПб. [и др.] : Лань, 2022. - 248 с. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/108324>.

8.2 Дополнительная литература:

1. Зорин В.А. Надёжность механических систем [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Зорин. - Электрон.дан. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 380 с. - (Высшее образование). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1062109>.

2. Лисунов Е.А. Практикум по надёжности технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. А. Лисунов . - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2021. - 240 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Внешняя ссылка: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56608.

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при проведении научно-исследовательской работы, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows XP / Microsoft Windows 7 Professional , Microsoft Office Professional 2003 / Microsoft Office Professional 2007 / Microsoft Office Professional 2010
STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows

в т.ч. отечественное

Astra Linux Special Edition РУСБ 10015-01 версии 1.6.
1С:Предприятие 8. Конфигурация, 1С: Бухгалтерия 8 (учебная версия)
Project Expert 7 (Tutorial) for Windows
СПС КонсультантПлюс

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный

Свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение:

OpenOffice

LibreOffice

7-Zip

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome

в т.ч. отечественное

Яндекс.Браузер

Информационные справочные системы

- [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) – режим доступа: <http://window.edu.ru/>
- ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
- Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>
- Информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU – режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия) - режим доступ: <http://gtexam.ru/>

Профессиональные базы данных

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>
- Наукометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ)
- Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим доступа: <http://www.ras.ru> (Открытый доступ)
- Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mex.ru/> (Открытый доступ)

Электронные библиотечные системы:

- электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC,

- ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>,
- ЭБС Znanium.com – режим доступа: <https://new.znanium.com/>,
- ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>,
- ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>,
- электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО),
- ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория 4205 для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащенность:

Учебная мебель: столы – 35, стулья – 75, доска меловая, кафедра.

Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

Кабинет № 71 - 164,2 м².

Учебная аудитория 4202 Компьютерный класс, для проведения лабораторных занятий, самостоятельной работы.

Оснащенность:

Учебная мебель: стол преподавателя, компьютерные столы – 15, компьютерные кресла – 16.

Основное оборудование: 15 компьютеров с доступом в электронно-образовательную среду Академии, ЭБС и сети Интернет.

Кабинет № 39 - 60,7 м².

Учебная аудитория 4203 Компьютерный класс.

Оснащенность:

Учебная мебель: стол преподавателя, компьютерные столы – 15, компьютерные кресла – 16;

Основное оборудование: 15 компьютеров с доступом в электронно-образовательную среду Академии, ЭБС и сети Интернет.

Кабинет № 34 - 63,1 м².

Обеспечение образования для лиц с ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

10 Карта компетенций дисциплины

Надежность технических систем					
Цель дисциплины		приобретение студентами знаний по оценке надежности технических систем, разработке и осуществлению мероприятий по ее повышению			
Задачи дисциплины		<ul style="list-style-type: none"> - изучение основ теории надежности машин, оборудования и технических систем, - изучение способов повышения доремонтного и послеремонтного уровней надежности, - изучение правил проведения испытаний машин, механизмов и технических систем на надежность. 			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Компетенции		Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ПК-4	Способен организовать работу по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники и оборудования	ИД-1 ПК-4 Демонстрирует знания технологии производства сельскохозяйственной продукции и передового опыта в области эксплуатации сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа	Тестирование Устный ответ	<p><i>Пороговый</i> уровень (удовлетворительный): демонстрация знаний технологии производства сельскохозяйственной продукции и передового опыта в области эксплуатации сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.</p> <p><i>Продвинутый</i> уровень (хорошо): проведение анализа эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники, разрабатывает способы повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники с учетом предложений персонала, осуществляет анализ рисков от их реализации</p> <p><i>Высокий</i> уровень (отлично): выдача производственных заданий персоналу и внесение коррективов в планы работы подразделения для внедрения предложений по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники,</p>
		ИД-2 ПК-4 Проводит анализ эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники, разрабатывает способы повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники с учетом предложений персонала, осуществляет анализ рисков от их реализации			
		ИД-3 ПК-4 Производит выдачу производственных заданий персоналу и вносит коррективы в планы работы подразделения для внедрения предложений по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники,			

		согласованных с руководством организации			эксплуатации сельскохозяйственной техники, согласованных с руководством организации
ПК-5	Способен участвовать в испытаниях сельскохозяйственной техники по стандартным методикам	ИД-1 ПК-5 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении испытаний сельскохозяйственной техники по стандартным методикам ИД-2 ПК-5 Проводит статистическую обработку результатов опытов. ИД-3 ПК-5 Обобщает результаты опытов и формулирует выводы по испытаниям сельскохозяйственной техники.	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа	Тестирование Устный ответ	<i>Пороговый</i> уровень (удовлетворительный): под руководством специалиста более высокой квалификации участие в проведении испытаний сельскохозяйственной техники по стандартным методикам. <i>Продвинутый</i> уровень (хорошо): проведение статистической обработки результатов опытов. <i>Высокий</i> уровень (отлично): обобщение результатов опытов и формулировка выводов по испытаниям сельскохозяйственной техники.