

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Череповецкий государственный университет»  
Институт информационных технологий  
Кафедра Математического и программного обеспечения ЭВМ

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

Череповец, Вологда – Молочное

2023

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 Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина 20 июня 2023 года, протокол №

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

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии технологического факультета Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина 22 июня 2023 года, протокол №

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

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Математического и программного обеспечения ЭВМ Института информационных технологий Череповецкого государственного университета 25 сентября 2023, протокол № 2.

Зав. кафедрой: доктор техн. наук, профессор Ершов Е.В.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена Ученым советом Института информационных технологий Череповецкого государственного университета 26 сентября, протокол № 2.

Директор института: доктор техн. наук, профессор Ершов Е.В.

## 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	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	34	34	34
в том числе:			
Лекции (Л)	17	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17	17
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	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 надежности 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](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>
- Научометрическая 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](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 м<sup>2</sup>.

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 м<sup>2</sup>.

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 м<sup>2</sup>.

### **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		- 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 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,	Лекции  Практические занятия  Самостоятельная работа	Тестирование  Устный ответ	<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. <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. <i>Высокий</i> уровень (отлично): выдача производственных заданий персоналу и внесение коррективов в планы работы подразделения для внедрения предложений по повышению эффективности

		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 уровень (удовлетворительный):</i> под руководством специалиста более высокой квалификации участие в проведении испытаний сельскохозяйственной техники по стандартным методикам. <i>Продвинутый уровень (хорошо):</i> проведение статистической обработки результатов опытов. <i>Высокий уровень (отлично):</i> обобщение результатов опытов и формулировка выводов по испытаниям сельскохозяйственной техники.