

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

Инженерный факультет

Кафедра «Энергетические средства и технический сервис»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Направление подготовки: 35.04.06 Агроинженерия

Профиль подготовки: Искусственный интеллект

Квалификация выпускника: Магистр

Вологда – Молочное

2025

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

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

Программа одобрена на заседании кафедры энергетических средств и технического сервиса 20.02.25, протокол № 6.

Зав. кафедрой: канд. техн. наук, доцент Бирюков А.Л.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии инженерного факультета 20.02.25, протокол № 6.

Председатель методической комиссии: канд. техн. наук, доцент Берденников Е.А.

# **1 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

*Цель преподавания 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 на надежность.

Учебная дисциплина «Надежность технических систем» относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия». Индекс по учебному плану – ФТД.01.

К числу входных знаний, навыков и компетенций студенту, приступающему к изучению дисциплины необходимо:

- знание основных законов теории вероятностей и математической статистики.

Освоение учебной дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении дисциплин бакалавриата таких как: «Математика», особенно разделов «Теория вероятностей» и «Математическая статистика».

Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, необходимы для подготовки к государственной итоговой аттестации.

## 2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-11. Способность анализировать причины и продолжительность простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием	ИД 1 ПК-11. Демонстрация знаний причин простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием. ИД 2 ПК-11. Расчет прямого ущерба от простоя единицы техники. ИД 3 ПК-11. Выдача поручений производственному персоналу по устранению причин простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием.

**3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**Очная форма обучения**

форма обучения

Наименование дисциплины (модуля) с указанием разделов (элементов)	Семестр	Кол-во зачетных единиц, всего	Кол-во часов, всего	Самостоятельная работа, час.	Контроль	Аудиторная работа			КР	КП	Кр	Д	Форма промежуточной аттестации (Экзамен / Зачет)
						Всего	из них:						
							Л	ЛР					
Моделирование в технических системах	2	2	72	52	4	16	8	8					Зачёт

*Виды учебной работы: Курсовая работа – КР; Курсовой проект – КП; Контрольные работы - Кр; Другие виды самостоятельной работы - Д.*

**4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов**

Наименование дисциплины (модуля) с указанием разделов (элементов) /наименование раздела дисциплины	Название темы с кратким содержанием	Виды занятий, часы			Самостоятельная работа, часы	Контроль	Всего часов
		Л	ПЗ	В том числе с применением ЭО			
<i>Раздел 1.</i> 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.	1	1	1	6	0,5	9,5
<i>Раздел 2.</i> 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.	1	1	1	6	0,5	9,5

Наименование	Название темы с кратким содержанием	Виды занятий, часы			Самостоятельная работа часов	Контроль	Всего
<b>Раздел 3.</b> 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.	2	2	1	14	1	20
<b>Раздел 4.</b> 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 подобия, коэффициент ускорения и т.д.	2	2	1	12	1	18

Наименование	Название темы с кратким содержанием	Виды занятий, часы			Самостоятельная работа часов	Контроль	Всего
<b>Раздел 5.</b> 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.	2	2	1	14	1	20
	Итого	8	8	5	66	4	72

## 5 Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 5.1 Перечень оценочных средств

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-11. Способность анализировать причины и продолжительность простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием	ИД 1 ПК-11. Демонстрация знаний причин простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием. ИД 2 ПК-11. Расчет прямого ущерба от простоя единицы техники. ИД 3 ПК-11. Выдача поручений производственному персоналу по устранению причин простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием.	Тестирование на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА; Устный ответ

Текущий контроль – компьютерное тестирование и прием отчетов по выполненным заданиям с ответами на дополнительные вопросы.

#### Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля

*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.

## **5.2 Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

### *Вопросы и задачи для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины - вопросы и задачи для зачета.*

1. Понятия «качество» и «надежность». Связь между ними.
2. Что такое отказ. Внезапные и постепенные отказы. Причины отказов.
3. Работоспособное, исправное и предельное состояние.
4. Нарботка, ресурс, срок службы.
5. Основные характеристики надежности.
6. Показатели безотказности.
7. Показатели долговечности.
8. Показатели ремонтпригодности.
9. Показатели сохраняемости изделий.
10. Комплексные показатели надежности.
11. Случайные события и случайные величины.
12. Статистические характеристики случайных величин.
13. Закон распределения случайной величины.
14. Составление вариационного и статистического рядов.
15. Определение среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации.
16. Определение доверительных границ рассеивания.
17. Определение критериев согласия и выбор теоретического закона распределения.
18. Определение относительной ошибки расчета показателей надежности.
19. Построение гистограммы и полигона распределения.
20. Интегральная кривая распределения.
21. Классификация испытаний машин на надежность.
22. Виды испытаний по методам сбора информации.
23. Планы наблюдений в процессе испытаний, их назначение.
24. Ускорение испытания на надежность, методы ускорения.
25. Лабораторные испытания материалов на износостойкость и усталостную стойкость.
26. Понятие об оптимальной надежности.
27. Прогнозирование ресурса по реализации, среднему статистическому и посредством стендовых испытаний.
28. Конструктивные, технологические и эксплуатационные мероприятия повышения уровня надежности.
29. Обеспечение надежности при эксплуатации технических систем.

### 5.3 Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Шкала оценивания компетенций:

Оценка в 100-балльной шкале	Оценка в 5-ти балльной шкале	Уровень сформированности компетенций
0-51 баллов	неудовлетворительно (не зачтено)	недостаточный
51-64 баллов	удовлетворительно (зачтено)	пороговый
65-84 баллов	хорошо (зачтено)	базовый
85-100 баллов	отлично (зачтено)	повышенный

Критерии оценивания компетенций:

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания компетенций		
	Пороговый (удовлетворительный)	Базовый уровень (хорошо)	Повышенный уровень (отлично)
<p>ИД 1 ПК-11. Демонстрация знаний причин простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием.</p> <p>ИД 2 ПК-11. Расчет прямого ущерба от простоя единицы техники.</p> <p>ИД 3 ПК-11. Выдача поручений производственному персоналу по устранению причин простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием.</p>	<p>Демонстрация знаний причин простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием.</p>	<p>Расчет прямого ущерба от простоя единицы техники.</p>	<p>Выдача поручений производственному персоналу по устранению причин простоев сельскохозяйственной техники, связанных с её техническим состоянием.</p>

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Долгин В.П. Надежность технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. П. Долгин, А. О. Харченко. - Электрон.дан. - М. : Вузовский учебник : Инфра-М, 2018. - 167 с. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=944892>.
2. 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, 2018. - 248 с. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/108324>.

Дополнительная литература:

1. Зорин В.А. Надежность 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, 2015. - 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).

### **6.2 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

При изучении дисциплины «Надежность технических систем» самостоятельная работа студентов в основном реализуется в форме 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.

К самостоятельной работе студентов также относится:

- подготовка к тестированию и тестирование при текущем контроле знаний (на образовательном портале);
- подготовка к сдаче зачета.

### **6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень информационных справочных систем (при необходимости)**

#### **Информационные справочные системы**

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам – 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 доступа: <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://mcx.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/>.

## **6.4 Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая программное обеспечение**

В качестве программного обеспечения используются программы: операционные системы Microsoft Windows 10, Microsoft Windows Professional 8 Pro, Microsoft Windows Professional/ Starter, Microsoft Windows XP, офисные пакеты Microsoft Office Professional Plus 2003/2007/2010, Microsoft Office Standart 2013, Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.

Системы автоматизированного проектирования (САПР): AutoCAD 2016 Academic Edition, SolidWorks Education Edition, КОМПАС-3D версии v18.1, v 19; система моделирования GPSS World Student Version; виртуальные лаборатории: электротехника, теплотехника, гидравлика; программный пакет для статистического анализа STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows; Виртуальный практикум по физике в двух частях (Физикон); Прием экзаменов Web. Гостехнадзор; Система параллельного вождения НК "Агронавигатор плюс"+ Тренажер-симулятор.

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) необходима следующая материально-техническая база:

Компьютерные классы 4202, 4203. Стандартное оборудование для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, другое оборудование.

В компьютерных классах установлены средства MS Office 7 :Word, Excel; GPSS World; GPSS/PC. Печатающие устройства (принтеры): два на п/группу.

## **8 Особенности реализации дисциплины (модуля) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

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.