



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный аграрный университет»

СОГЛАСОВАНО

Декан инженерного факультета  
 Д.Н. Пирожков

« 30 » августа 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
 И.А. Косачев

« 30 » 08 2016 г.

Кафедра «Технология конструкционных материалов и ремонт машин»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Направление подготовки  
35.04.06 - «Агроинженерия»

Программы подготовки  
«Технические системы в агробизнесе»,  
«Технологическое оборудование для хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции»,  
«Электрооборудование и электротехнологии»  
«Технический сервис в АПК»

Уровень высшего образования - магистратура

Барнаул 2016

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля, курса, предмета) «Повышение надежности технических систем» составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки РФ (специальности) 35.04.06 - Агроинженерия в соответствии с учебным планом, утвержденным ученым советом университета в 2015 г. по программе «Технические системы в агробизнесе», «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», «Электрооборудование и электротехнологии» «Технический сервис в АПК».

Рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 1 от 29 августа 2016 г.

Зав. кафедрой  
к.т.н., доцент

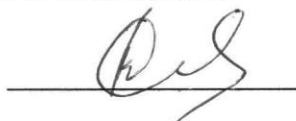


Н.Т. Кривочуров

Одобрена на заседании методической комиссии инженерного факультета, Протокол № 1 от «30» августа 2016г.

Председатель методической комиссии

к.т.н., доцент



В.В. Садов

Составитель:

К.т.н., доцент



Н.Т. Кривочуров

**Лист внесения дополнений и изменений  
в рабочую программу учебной дисциплины  
«Повышение надежности технических систем»**

**на 201~~7~~ - 201~~8~~ учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № 1 от 31.08. 2017 г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- Изменились нсб
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

<u>К.Т.Н. Гусев</u>	<u>[Подпись]</u>	<u>Кравченко В.И.</u>
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия

Зав. кафедрой

<u>К.Т.Н. Гусев</u>	<u>[Подпись]</u>	<u>Кравченко В.И.</u>
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

«31» 08 2017 г.»

**на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия

Зав. кафедрой

_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.»

**на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия

Зав. кафедрой

_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.»

**на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия

Зав. кафедрой

_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.»

## Оглавление

1 Цель и задачи освоения дисциплины.....	5
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	5
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	5
4 Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.....	7
5 Тематический план освоения дисциплины.....	8
6 Образовательные технологии.....	11
7 Характеристика фондов оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	11
8 Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	13
9 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	14
Приложения	

## **1 Цель и задачи освоения 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; способов повышения доремонтного и послеремонтного уровней надежности; правил проведения испытаний машин на надежность.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана. Для ее успешного усвоения необходимы знания других общепрофессиональных и специальных дисциплин, таких как материаловедение, математика и др.

Дисциплина направлена на формирование у магистра представления о надежности технических систем, физических основ надежности и методов ее повышения. Содержание дисциплины предполагает изучение причин изнашивания деталей машин на основе анализа предшествующей работы и формирование у студентов представления о практических методах повышения надежности.

## **3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки по выявлению причин возникновения отказов машин и оборудования, повышению надежности их работы. Для достижения данного результата необходимо сформировать следующие компетенции (таблица 2).

Таблица 3.1 – Сведения о компетенциях и результатах обучения, формируемых дисциплиной «Повышение надежности технических систем»

Содержание компетенций, формируемых полностью или частично данной дисциплиной	Коды компетенций в соответствии с ФГОС ВО	Перечень результатов обучения, формируемых дисциплиной		
		По завершении изучения данной дисциплины выпускник должен		
		знать	уметь	владеть
Способностью и готовностью организовать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства	ПК 1	Показатели надежности как основные показатели качества. Причины возникновения отказов машин и оборудования. Методы повышения надежности технических систем	Организовывать проведение испытаний на надежность	Способами управления технологическими процессами для достижения высокой надежности

#### 4 Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий;

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины «Повышение надежности технических систем» по видам занятий, часов

Вид занятий	Всего	в т.ч. по семестрам
		2
1. Аудиторные занятия, часов, всего,	50	50
в том числе:		
1.1. Лекции	2	2
1.2. Лабораторные работы	32	32
1.3. Практические (семинарские) занятия	16	16
2. Самостоятельная работа <sup>1</sup> , часов, всего	58	58
в том числе:		
2.1. Курсовой проект (КП)	-	-
2.2. Расчетно-графическое задание (РГР)	-	-
2.3. Самостоятельное изучение разделов	28	28
2.4. Текущая самоподготовка	20	20
2.5. Подготовка и сдача зачета (экзамена)	10	10
2.6. Контрольная работа (К) 2		
Итого часов (стр. 1+ стр.2)	108	108
Форма промежуточной аттестации		Зачет
Общая трудоемкость, зачетных единиц	3	3

<sup>1</sup> Виды самостоятельной работы указываются в соответствии с учебным планом.

<sup>2</sup> При наличии контрольной работы в учебной нагрузке преподавателя.

## 5 Тематический план освоения дисциплины «Повышение надежности технических систем»

Таблица 5.1 – Тематический план изучения дисциплины «Повышение надежности технических систем» по учебному плану направления "Агроинженерия"

Наименование темы	Изучаемые вопросы	Объем часов				Форма текущего контроля
		Лекции	Лабораторные работы	Практические (семинарские) занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
Введение. Понятие о качестве и надежности технических систем. Термины и определения	Роль надежности машин в с.-х. производстве. Техническое состояние объекта: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, предельное. Переход объекта из одного технического состояния в другое. Определение надежности. Основные свойства надежности. Структура надежности. Безотказность. Долговечность. Ремонтпригодность. Сохраняемость. Единичные и комплексные показатели надежности.	2			4	Г
Оценочные показатели надежности	Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, параметр потока отказов, средняя наработка на отказ, средняя наработка до отказа, гамма - процентная наработка до отказа. Показатели долговечности: средний ресурс, гамма - процентный ресурс и срок службы. Показатели ремонтпригодности: среднее время восстановления, гамма - процентное время восстановления, вероятность восстановления, средняя трудоемкость восстановления, удельная суммарная трудоемкость восстановления. Показатели сохраняемости: средний и гамма - процентный сроки сохраняемости. Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования.			4	4	Г



Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Классификация методов испытаний и контроля надежности	Назначение испытаний. Классификация испытаний на надежность. Планирование испытаний на надежность. Планы испытаний на надежность и методика их выбора. Порядок расчета объема выборки. Испытания в условиях рядовой и подконтрольной эксплуатации. Испытания машин на полигонах и машиноиспытательных станциях. Ускоренные и имитационные испытания. Испытания на износостойкость, усталостную и коррозионную стойкость.			2	10	T
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. Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности статистической выборки и выравнивание их 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 переноса.		6	6	4	T
Причины нарушения работоспособности. Классификация отказов	Законы, характеризующие работоспособность транспортных средств, технологических машин и оборудования. Причины, нарушающие работоспособность и снижающие уровень надежности машин, их анализ. Анализ причин отказов. Классификация отказов. Изнашивание и повреждения деталей машин как случайные процессы. Предельные значения износов и повреждений. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования.			4	4	T

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Классификация видов изнашивания Мероприятия по уменьшению интенсивности изнашивания	Трение и смазка деталей машин Классификация видов изнашивания и физическая сущность каждого вида. Характеристики и закономерности изнашивания. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания. Методы и средства изучения износов. Методы повышения износостойкости. Усталостные разрушения деталей машин. Сущность и закономерность процесса разрушений. Методы повышения усталостной прочности. Другие виды повреждений деталей. Изменение физико - механических свойств материалов, коррозия, накипь, их характеристики, причины возникновения.		26		4	Т
	Подготовка к зачету				10	
	Текущая самоподготовка				20	
	Всего	2	32	16	58	

Таблица 5.2 –Перечень лабораторных работ и практических занятий

<b>Перечень лабораторных работ</b>	<b>Кол-во часов</b>
Проведение испытаний на надежность. Сбор первичной информации	<b>6</b>
Испытание образцов деталей на износостойкость при различных режимах трения	<b>16</b>
Исследование влияния присадок к маслам на износостойкость образцов деталей	<b>6</b>
Испытание образцов на усталостную прочность	<b>4</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>32</b>
<b>Перечень практических занятий</b>	
Методики выбора и расчета показателей надежности для объектов и технических систем	<b>4</b>
Методики выбора планов испытаний. Порядок расчета объема выборки	<b>2</b>
Методика обработки статистической информации	<b>6</b>
Анализ условий работы и причин изнашивания деталей в узлах и сопряжениях	<b>4</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>

## 6 Образовательные технологии

По дисциплине «Повышение надежности технических систем» удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в соответствии с данной программой составляет 64 процента.

Таблица 6 – Активные и интерактивные формы проведения занятий, используемые на аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые активные и интерактивные формы проведения занятий	Количество часов
Семестр 2	ЛР	Производственная задача «Испытание образцов деталей на износостойкость при различных режимах трения».	16
	ЛР	Производственная задача «Испытание образцов на усталостную прочность».	4
	ЛР	Производственная задача «Проведение испытаний на надежность. Сбор первичной информации».	6
	ЛР	Производственная задача «Исследование влияния при-садок к маслам на износостойкость образцов деталей»	6
Итого:			32

## 7 Характеристика фондов оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 7.1 Характеристика оценочных средств текущего контроля успеваемости

#### Примерный перечень тестовых вопросов для контроля текущей успеваемости

1. Какие состояния технического объекта рассматриваются в надежности.
2. Термины надежности технического объекта.
3. Причины постепенных отказов.
4. Причины внезапных отказов.
5. В каких единицах измеряется ресурс объекта.
6. В каких единицах измеряется срок службы объекта.
7. Причины потери работоспособности объекта.
8. Что является технической системой.
9. Какие показатели надежности характеризуют безотказность.
10. Чем характеризуется качество объекта.
11. Какие показатели надежности характеризуют долговечность.
12. Какой показатель надежности оценивают гамма-процентным временем восстановления.
13. Какой показатель надежности оценивают средним сроком службы.
14. Комплексные показатели надежности.
15. Какие бывают виды смазки.
16. Какие бывают виды трения.

17. Основной вид изнашивания деталей с-х техники.
18. Какие детали подвергаются изнашиванию при фреттинг-коррозии.
19. Какие детали подвергаются кавитационному изнашиванию.
20. Какие детали подвергаются усталостному изнашиванию.
21. Какие детали подвергаются абразивному изнашиванию.
22. Как называется наработка изделия, при которой эксплуатация объекта должна быть прекращена, независимо от его технического состояния.
23. Классификация видов отказов.
24. Чему равна сумма вероятности отказов и вероятности безотказной работы.
25. Основные законы распределения случайной величины.
26. Числовые характеристики распределения случайной величины.
27. В какие периоды жизненного цикла объекта проводятся его испытания на надежность
28. При каких испытаниях результаты получают за более короткий промежуток времени.
29. Методы ускорения испытания на стендах.
30. Методы определения износов.
31. Состояние, при котором объект может эксплуатироваться межремонтный период.
32. Как называют зазор, при достижении которого начинается аварийное изнашивание.
33. Какой вид изнашивания является преобладающим при обкатке.
34. Мероприятия по повышению надежности объекта.

## ***7.2. Характеристика оценочных средств для промежуточной аттестации***

### **Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. История развития науки о надежности.
2. Качество как комплексное свойство объекта.
3. Изделие, техническая система, элемент и их взаимосвязь.
4. Техническое состояние объекта: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное. События, происходящие с объектами: неисправность и отказ.
5. Предельное состояние объекта и критерии, его определяющие. Переход объекта из одного состояния в другое.
6. Понятие о ресурсе и сроке службы объекта.
7. Отказы объектов и их классификация. Наступление отказов как случайный процесс.
8. Безотказность объектов. Определение и показатели безотказности.
9. Вероятность безотказной работы, вероятность отказов. Определение и расчет показателей.
10. Интенсивность отказов, средняя наработка на отказ. Определение и расчет показателей.

11. Долговечность объектов. Различие между долговечностью и безотказностью.
12. Показатели долговечности.
13. Ремонтпригодность. Определение и показатели.
14. Сохраняемость. Определение и показатели.
15. Коэффициент готовности. Определение и расчет показателя.
16. Коэффициент оперативной готовности. Определение и расчет показателя.
17. Абразивное изнашивание. Факторы, влияющие на абразивное изнашивание.
18. Гидро- и газоабразивное изнашивание. Факторы, влияющие на них.
19. Механизм усталостного изнашивания.
20. Механизм кавитационного изнашивания.
21. Окислительное изнашивание.
22. Коррозионное изнашивание.
23. Коррозионно-механическое изнашивание.
24. Молекулярно-механическое изнашивание.
25. Фреттинг-коррозия.
26. Потеря физико-механических свойств материалов как причина отказов.
27. Наносы и отложения как причина отказов.
28. Классическая кривая изнашивания.
29. Причины проведения испытаний на надежность в период изготовления.
30. Причины проведения испытаний на надежность в период ремонта.
31. Назначение испытаний объектов на надежность.
32. Классификация испытаний.
33. Методика обработки первичной информации.
34. Порядок построения полигона распределения и гистограммы.
35. Коэффициент вариации информационного ряда и его влияние на выбор закона распределения.
36. Влияние количества опытов на относительную ошибку и доверительную вероятность.
37. Повышение надежности объектов в период конструирования.
38. Повышение надежности объектов в период изготовления.
39. Повышение надежности объектов в период эксплуатации.
40. Повышение надежности объектов в период ремонта.

## **8 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **Список рекомендуемых изданий основной учебной литературы по дисциплине «Повышение надежности технических систем»**

1. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс]: учебник / А.Н.Дорохов [и др.] – СПб.: Лань, 2010. - 352 с.
2. Основы надежности машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов вузов / Е.М. Зубрилина [и др.] – Ставрополь: АГРУС, 2010.-120 с.

3. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.И.Малафеев, А.И.Копейкин. – СПб.: Лань, 2012. - 320 с.

**Список рекомендуемых изданий дополнительной учебной литературы по дисциплине «Повышение надежности технических систем»**

1. Надежность и ремонт машин. В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др. Под ред. В. В. Курчаткина. - М: Колос, 2000.
2. Ермолов Л.С., Кряжков В.М., Черкун В.Е. Основы надежности сельскохозяйственной техники. – М: Колос, 1982.

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Машина трения МИ-1м.
2. Установка для усталостного разрушения образцов.
3. Измерительные инструменты для сбора первичной информации.
4. Набор технических требований на проведение капитального и текущего ремонта сельскохозяйственной техники.

**Список имеющихся в библиотеке университета изданий основной учебной литературы по дисциплине «Повышение надежности технических систем» по состоянию на 29 августа 2016 г.**

№ п/п	Библиографическое описание издания	Примечание
1	Основы надежности машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов вузов / Е.М. Зубрилина [и др.] – Ставрополь: АГРУС, 2010.-120 с. Режим доступа <a href="http://e.lanbook.com/view/book/5746/">http://e.lanbook.com/view/book/5746/</a>	ЭБС «Лань»
2	Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс]: учебник / А.Н.Дорохов [и др.] – СПб.: Лань, 2016. - 352 с. Режим доступа <a href="http://e.lanbook.com/view/book/629/">http://e.lanbook.com/view/book/629/</a>	ЭБС «Лань»
3	Малафеев С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.И.Малафеев, А.И.Копейкин. – СПб.: Лань, 2012. - 320 с. Режим доступа <a href="http://e.lanbook.com/view/book/2778/">http://e.lanbook.com/view/book/2778/</a>	ЭБС «Лань»

**Список имеющихся в библиотеке университета изданий дополнительной учебной литературы по дисциплине «Повышение надежности технических систем», по состоянию на 30 августа 2016 г.**

№ п/п	Библиографическое описание издания	Примечание
1	Надежность и ремонт машин / Курчаткин В.В. - М. Колос, 2000. - 776 с. - (Учебники и учебные пособия для вузов). - 7	15 экз.
2	Ермолов Л.С. Основы надежности сельскохозяйственной техники : учебное пособие для вузов / Л. С. Ермолов, В. М. Кряжков, В. Е. Черкун. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 1982. - 271	146 экз.

Составитель:  
К.т.н., доцент



Н.Т. Кривочуров

Список верен

*зав. отд.*  
Должность работника библиотеки

  
подпись

*И.О. Фамилия*  
И.О. Фамилия

## Аннотация учебной дисциплины

### «Повышение надежности технических систем»

**Цель дисциплины:** – приобретение студентами знаний по оценке надежности технических систем, разработке и осуществлению мероприятий по ее повышению.

Освоение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующей компетенции:

№ п/п	Содержание компетенций, формируемых полностью или частично данной дисциплиной
1	Способностью и готовностью организовать на предприятиях агропромышленного комплекса высокопроизводительное использование и надежную работу сложных технических систем для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства

Трудоемкость дисциплины, реализуемой по учебному плану направления "Агроинженерия"

Вид занятий	Форма обучения
	очная
	программа подготовки
	полная
1. Аудиторные занятия, всего, часов	50
в том числе:	2
1.1. Лекции	
1.2. Лабораторные работы	32
1.3. Практические (семинарские) занятия	16
2. Самостоятельная работа, часов	58
Всего часов (стр. 1 + стр. 2)	108
Общая трудоемкость, зачетных единиц	3

Формы промежуточной аттестации: Зачет

Перечень изучаемых тем:

1. Введение. Понятие о качестве и надежности технических систем. Термины и определения.
2. Оценочные показатели надежности.
3. Классификация методов испытаний и контроля надежности.
4. Методы расчета показателей надежности.
5. Причины нарушения работоспособности. Классификация отказов.
6. Классификация видов изнашивания Мероприятия по уменьшению интенсивности изнашивания.