

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «Верхневолжский ГАУ»)  
ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ**

УТВЕРЖДЕНА  
протоколом заседания  
методической комиссии  
факультета  
№ 4 от «06»    июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Методика экспериментальных исследований технических средств в  
АПК»**

Направление подготовки / специальность	<b>35.04.06</b> <b>Агроинженерия</b>
Направленность (профиль)	<b>Технический сервис в агропромышленном комплексе</b>
Уровень образовательной программы	<b>Магистратура</b>
Форма обучения	<b>Очная, заочная</b>
Трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	<b>6</b>
Трудоемкость дисциплины, час.	<b>216</b>

Разработчик:

Доцент кафедры технического сервиса и механики А.М. Абалихин  
(подпись)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой технического сервиса и  
механики В.В. Терентьев  
(подпись)

Иваново, 2024

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения дисциплины является закрепление, обобщение, углубление и расширение знаний, полученных при изучении базовых дисциплин, приобретение новых знаний и формирование умений и навыков, необходимых для изучения специальных инженерных дисциплин и для последующей инженерной деятельности

Задачи дисциплины:

- 1) научиться понимать сущность изучаемого объекта: его структуру, основные свойства, законы развития и взаимодействия с окружающим миром;
- 2) научиться управлять объектом или процессом и определять их наилучшие способы управления при заданных целях и категориях;
- 3) прогнозировать прямые и косвенные последствия реализации заданных способов и форм воздействия на объект.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным планом дисциплина

относится к обязательной части образовательной программы

Статус дисциплины обязательная

Обеспечивающие (предшествующие) дисциплины Математика, физика, инженерная графика, материаловедение и технология конструкционных материалов, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, технология ремонта машин, надежность технических систем

Обеспечиваемые (последующие) дисциплины теоретические основы обеспечения сохраняемости технических систем в АПК, инновационные технологии восстановления и упрочнения деталей, химмотология, исследование качества ТСМ

\* базовой / вариативной

\*\* обязательная / по выбору / факультативная

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ)

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Номер(а) раздела(ов) дисциплины (модуля), отвечающего(их) за формирование данного(ых) индикатора(ов) достижения компетенции
ОПК-4 Способен проводить научные	ОПК-4.1. Перечисляет способы проведения научных исследований и анализа полученных результатов	1

исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	ОПК-4.2. Проводит научные исследования с последующим анализом полученных результатов в учебных целях	1
	ОПК-4.3. Проводит научные исследования, анализирует полученные результаты и готовит отчетные документы	1
ПК-3 Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты	ПК-3.1. Перечисляет методики проведения экспериментов и испытаний	2
	ПК-3.2. Выбирает методики для проведения экспериментов и испытаний	2
	ПК-3.3. Выбирает методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует их результаты	2

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 4.1. Содержание дисциплины

##### 4.1.1. Очная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
<b>1 Общие понятия об экспериментальных исследованиях</b>							
1.1.	Введение. Основные понятия и определения	1	–	–	4	С, Р, Э	–
1.2.	Пути повышения эффективности производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка и роль науки в этом процессе	2	–	4	6	С, Р, Э	Выполнение лабораторной работы
1.3.	Классификация научных исследований и опытно-конструкторских работ	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
1.4.	Методология и структура научного исследования	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
1.5.	Общие требования к методам научных исследований	2	–	4	8	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы

1.6.	Математическое моделирование систем	2	–	4	8	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
1.7.	Проведение стендовых и полигонных исследований	1	–	2	8	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
1.8.	Проведение эксплуатационных исследований	2	–	6	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
1.9.	Проведение диагностических исследований	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2. Методика экспериментальных исследований							
2.1.	Адекватность модели оригиналу	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.2.	Область применения имитационных моделей	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.3.	Методика планирования экспериментов для построения многофакторных моделей	2	–	6	4	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.4.	Рандомизация опытов	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.5.	Расчет ошибок измерения	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.6.	Выбор критерия оптимизации	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.7.	Подбор факторов, влияющих на критерий оптимизации	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.8.	Передаточные функции и уравнения, полученные в результате математического моделирования	2	–	4	6	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.9.	Математическое моделирование по результатам проведенных экспериментов технических средств	2	–	4	6	С, Р,	Выполнение лабораторной работы

						Т, Э	
--	--	--	--	--	--	---------	--

#### 4.1.2. Заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний*	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
<b>1 Общие понятия об экспериментальных исследованиях</b>							
1.1.	Введение. Основные понятия и определения	–	–	–	8	Р, Э	–
1.2.	Пути повышения эффективности производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка и роль науки в этом процессе	–	–	–	10	Р, Э	–
1.3.	Классификация научных исследований и опытно-конструкторских работ	–	–	–	10	Р, Т, Э	–
1.4.	Методология и структура научного исследования	–	–	–	10	Р, Т, Э	–
1.5.	Общие требования к методам научных исследований	–	–	–	10	Р, Т, Э	–
1.6.	Математическое моделирование систем	–	–	2	14	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
1.7.	Проведение стендовых и полигонных исследований	–	–	–	10	Р, Т, Э	–
1.8.	Проведение эксплуатационных исследований	–	–	–	10	Р, Т, Э	–
1.9.	Проведение диагностических исследований	–	–	–	10	Р, Т, Э	–
<b>2. Методика экспериментальных исследований</b>							
2.1.	Адекватность модели оригиналу	–	–	2	10	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.2.	Область применения имитационных моделей	–	–	–	10	Р, Т, Э	–
2.3.	Методика планирования экспериментов для построения многофакторных моделей	2	–	2	14	С, Р,	Выполнение лабораторной работы

						Т, Э	
2.4.	Рандомизация опытов	–	–	2	10	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.5.	Расчет ошибок измерения	–	–	2	12	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.6.	Выбор критерия оптимизации	–	–	2	14	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.7.	Подбор факторов, влияющих на критерий оптимизации	–	–	2	12	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы
2.8.	Передаточные функции и уравнения, полученные в результате математического моделирования	–	–	–	10	Р, Т, Э	–
2.9.	Математическое моделирование по результатам проведенных экспериментов технических средств	2	–	2	10	С, Р, Т, Э	Выполнение лабораторной работы

\* Указывается форма контроля. Например: С – собеседование, Т – тестирование, Р – реферат, Э – экзамен.

#### 4.2. Распределение часов дисциплины (модуля) по семестрам

##### 4.2.1. Очная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		ИТОГО
	1	2	3	4	
Лекции	16	18	–	–	34
Лабораторные	34	38	–	–	72
Практические	–	–	–	–	–
Итого контактной работы	50	56	–	–	106
Самостоятельная работа	58	52	–	–	110
Форма контроля	Э	Э	–	–	–

##### 4.2.2. Заочная форма:

Вид занятий	1 курс	2 курс	ИТОГО
Лекции	4	–	4
Лабораторные	16	–	16
Практические	–	–	–
Итого контактной работы	20	–	20

Самостоятельная работа	196	–	196
Форма контроля	Э	–	–

\* Э – экзамен, З – зачет, Зо – зачет с оценкой,

## **5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине**

#### **5.1.1 Очная форма обучения**

- Темы индивидуальных заданий:
  - Не планируется
  
- Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
  - Последовательность сбора статистической информации.
  - Последовательность обработки статистической информации.
  - Законы распределения случайных величин.
  - Каноническое преобразование математических моделей.
  
- Выполнение рефератов по разделам дисциплины:
  - Введение. Основные понятия и определения
  - Пути повышения эффективности производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка и роль науки в этом процессе
    - Классификация научных исследований и опытно-конструкторских работ
    - Методология и структура научного исследования
    - Общие требования к методам научных исследований
    - Математическое моделирование систем
    - Проведение стендовых и полигонных исследований
    - Проведение эксплуатационных исследований
    - Проведение диагностических исследований
    - Адекватность модели оригиналу
    - Область применения имитационных моделей
    - Методика планирования экспериментов для построения многофакторных моделей
    - Рандомизация опытов
    - Расчет ошибок измерения
    - Выбор критерия оптимизации
    - Подбор факторов, влияющих на критерий оптимизации
    - Передаточные функции и уравнения, полученные в результате математического моделирования
      - Математическое моделирование по результатам проведенных экспериментов технических средств
  
- Другое:
  - Не планируется

#### **5.1.2 Заочная форма обучения**

- Темы индивидуальных заданий:
  - Не планируется
  
- Темы, выносимые на самостоятельную проработку:
  - Последовательность сбора статистической информации.
  - Последовательность обработки статистической информации.
  - Законы распределения случайных величин.
  - Каноническое преобразование математических моделей.



- Выполнение рефератов по разделам дисциплины:
  - Введение. Основные понятия и определения
  - Пути повышения эффективности производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка и роль науки в этом процессе
  - Классификация научных исследований и опытно-конструкторских работ
  - Методология и структура научного исследования
  - Общие требования к методам научных исследований
  - Математическое моделирование систем
  - Проведение стендовых и полигонных исследований
  - Проведение эксплуатационных исследований
  - Проведение диагностических исследований
  - Адекватность модели оригиналу
  - Область применения имитационных моделей
  - Методика планирования экспериментов для построения многофакторных моделей
  - Рандомизация опытов
  - Расчет ошибок измерения
  - Выбор критерия оптимизации
  - Подбор факторов, влияющих на критерий оптимизации
  - Передаточные функции и уравнения, полученные в результате математического моделирования
  - Математическое моделирование по результатам проведенных экспериментов технических средств
  
- Другое:
  - Не планируется

## **5.2. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Собеседование (перед началом лабораторных занятий).
- Тестирование.
- Экзамен.

## **5.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- Методические указания.
- Основную и дополнительную учебную литературу.
- Рекомендуемые онлайн-источники и интернет ресурсы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **6.1. Основная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины (модуля)**

- 1) Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства / И. Б. Рыжков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 224 с. — ISBN 978-5-507-47106-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/328550> (дата обращения: 23.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 2) Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества : учебное пособие / А. И. Половинкин. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 364 с. — ISBN 978-5-8114-4603-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206921> (дата обращения: 23.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- 3) Основы научных исследований: учеб. пособие для вузов по инженер. спец. / М. Ф. Трофимова, Заика П.М., Устюжанин А.П. – М. : Колос, 1993. – 239с. **92 экз**
- 4) Поливаев, О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок : учебное пособие / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-2108-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209738> (дата обращения: 23.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **6.2. Дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины (модуля)**

- 1) Лачуга, Ю.Ф. Инновационное творчество-основа научно-технического прогресса: учеб. пособие для студ. высш. и ср. с-х учеб. заведений / Ю.Ф. Лачуга, В.А. Шаршунов. – М.: КолосС, 2011. – 455 с. **17 экз**
- 2) Должиков, В. П. Технологии наукоемких машиностроительных производств : учебное пособие / В. П. Должиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2393-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212423> (дата обращения: 23.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 3) Лисунов, Е. А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие / Е. А. Лисунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1756-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211829> (дата обращения: 23.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 4) Зубарев, Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-6674-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151654> (дата обращения: 23.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 5) Новиков, Ю. Н. Подготовка и защита бакалаврской работы, магистерской диссертации, дипломного проекта : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Новиков. — 5-е изд. испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 36 с. — ISBN 978-5-8114-4727-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174283> (дата обращения: 23.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 6) Пискарев, А. В. Надежность технологических систем машиноиспользования в растениеводстве: совершенствование методов проектирования и эксплуатации на основе системного подхода : монография / А. В. Пискарев. — Новосибирск : НГАУ, 2010. — 385 с. — ISBN 978-5-944-102-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4573> (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 7) Репик, Е. У. Турбулентный пограничный слой. Методика и результаты экспериментальных исследований / Репик Е. У. , Соседко Ю. П. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-0822-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108225.html> (дата обращения: 22.05.2023). - Режим доступа : по подписке.
- 8) Зубарев, Ю. М. Технологическое обеспечение надежности эксплуатации машин : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2100-8. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213005> (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- 9) Дегтярева, О. Н. Нормирование точности и технические измерения: лабораторный практикум : учебное пособие / О. Н. Дегтярева. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 141 с. — ISBN 978-5-00137-206-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193899> (дата обращения: 22.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **6.3. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

- 1) Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU / Точка доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 2) Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам». Электронная библиотека / Точка доступа: <http://window.edu.ru>

### **6.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

- 1) Обработка результатов экспериментальных исследований технических средств. Методические указания по выполнению лабораторных работ для подготовки обучающихся магистров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» [Электронный ресурс] / А.М. Баусов, В.В. Рябинин, А.М. Абалихин, В.В. Терентьев, А.А. Гвоздев. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2018. – 69 с.
- 2) Обработка результатов исследования изнашивания материалов. Методические указания по выполнению лабораторных работ для подготовки обучающихся магистров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» [Электронный ресурс] / А.А. Гвоздев. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2018. – 34 с.
- 3) Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК» для подготовки обучающихся магистров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» [Электронный ресурс] / сост. А.М. Абалихин, А.М. Баусов., В.В. Рябинин, В.В. Терентьев, А.А. Гвоздев. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2018. – 31 с.

### **6.5. Информационные справочные системы, используемые для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)**

- 1) Электронно-библиотечная система «Лань»
- 2) ЭБС «Консультант студента» / Точка доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
- 3) Информационно-правовой портал «Консультант» / Точка доступа: <http://www.consultant.ru>

### **6.6. Программное обеспечение, используемое для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости) (при необходимости)**

- 1) Операционная система типа Windows.
- 2) Пакет программ общего пользования Microsoft Office.
- 3) Интернет-браузеры.
- 4) Графические редакторы (САД-системы): Компас-3D.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

№ п/п	Наименование специальных помещений* и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
-------	--	---

1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, а также техническими средствами обучения (в том числе, переносными), служащие для представления учебной информации большой аудитории
2.	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, переносными техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации
3.	Помещение для самостоятельной работы	укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

*\*Специальные помещения - учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.*

**Приложение № 1**  
**к рабочей программе по дисциплине**  
**Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК»**

**1. Перечень компетенций, формируемых на данном этапе**

**1.1. Очная форма:**

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля и период его проведения*	Оценочные средства
1	3	4	5
ОПК-4. Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	ОПК-4.1. Перечисляет способы проведения научных исследований и анализа полученных результатов	С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
		Т	Фонд тестовых заданий
	ОПК-4.2. Проводит научные исследования с последующим анализом полученных результатов в учебных целях	Э	Экзаменационные билеты
		С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
	ОПК-4.3. Проводит научные исследования, анализирует полученные результаты и готовит отчетные документы	Т	Фонд тестовых заданий
		Э	Экзаменационные билеты
		С	Вопросы по темам дисциплины
ОПК-4.3. Проводит научные исследования, анализирует полученные результаты и готовит отчетные документы	Р	Темы рефератов	
	Т	Фонд тестовых заданий	
	Э	Экзаменационные билеты	

ПК-3. Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты	ПК-3.1. Перечисляет методики проведения экспериментов и испытаний	С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
		Т	Фонд тестовых заданий
		Э	Экзаменационные билеты
	ПК-3.2. Выбирает методики для проведения экспериментов и испытаний	С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
		Т	Фонд тестовых заданий
	ПК-3.3. Выбирает методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует их результаты	Э	Экзаменационные билеты
		С	Вопросы по темам дисциплины
Р		Темы рефератов	
		Т	Фонд тестовых заданий
		Э	Экзаменационные билеты

### ***1.2. Заочная форма:***

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля и период его проведения*	Оценочные средства
1	3	4	5
ОПК-4. Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	ОПК-4.1. Перечисляет способы проведения научных исследований и анализа полученных результатов	С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
		Т	Фонд тестовых заданий
		Э	Комплект экзаменационных вопросов

	ОПК-4.2. Проводит научные исследования с последующим анализом полученных результатов в учебных целях	С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
		Т	Фонд тестовых заданий
	Э	Экзаменационные билеты	
	ОПК-4.3. Проводит научные исследования, анализирует полученные результаты и готовит отчетные документы	С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
Т		Фонд тестовых заданий	
Э	Экзаменационные билеты		
ПК-3. Способен выбирать методики проведения экспериментов и испытаний, анализировать их результаты	ПК-3.1. Перечисляет методики проведения экспериментов и испытаний	С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
		Т	Фонд тестовых заданий
	Э	Экзаменационные билеты	
	ПК-3.2. Выбирает методики для проведения экспериментов и испытаний	С	Вопросы по темам дисциплины
		Р	Темы рефератов
		Т	Фонд тестовых заданий
	Э	Экзаменационные билеты	
	ПК-3.3. Выбирает методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует их результаты	С	Вопросы по темам дисциплины
Р		Темы рефератов	
Т		Фонд тестовых заданий	
Э	Экзаменационные билеты		

\* Форма контроля: С – собеседование, Т – тестирование, Р – реферат, Э – экзамен. Период проведения – указывается семестр обучения. Ячейка заполняется следующим образом, например: Э, 2-й сем.



## 2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на данном этапе их формирования

Показатели	Критерии оценивания*			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характер сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### 3. Оценочные средства

Фонд оценочных средств по учебной дисциплине «Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК» сформирован на ключевых принципах оценивания:

- валидности (объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения);
- надежности (использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений);
- справедливости (разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха);
- своевременности (поддержание развивающей обратной связи);
- эффективности (соответствие результатов деятельности поставленным задачам).

Оценивание компетенций обучающегося производится преподавателем в процессе проведения практических занятий во время контактной работы с преподавателем, в процессе проверки выполнения тестовых заданий и собеседований, а также сдачи обучающимся экзамена в конце 1-го семестра и экзамена по дисциплине в конце 2-го семестра.

#### 3.1. Вопросы по темам дисциплины

##### 3.1.1. Вопросы для проведения собеседований с обучающимися

*Вопросы к устному опросу темы №1 «Общие понятия об экспериментальных исследованиях»*

1. Изложите порядок получения статистических данных.
2. Что является исходной информацией и порядок составления статистического ряда.
3. Как рассчитать среднее значение износа среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации.
4. Как проверить информацию на наличие выпадающих точек.
5. Порядок построения гистограммы, полигона, дифференциальной и интегральной кривых опытного распределения.
6. Основные теоретические законы распределения (ТЗР) случайных величин, подбор ТЗР к конкретному случаю.
7. Как определить доверительные границы рассеивания параметра и статистическую ошибку расчетов.
8. Порядок расчета процента годных деталей и требующих восстановления.
9. Какие показатели долговечности Вы знаете.
10. С какой целью определяется остаточный ресурс детали.
11. Как определить скорость изнашивания детали.
12. Как определить средний остаточный ресурс детали.
13. С какой целью определяются доверительные границы рассеивания остаточного ресурса детали.
14. Часть характеризующей величины износа предельного (Ипр) и допустимого износа (Идр).
15. Классификация методов испытаний и контроля.
16. Каким образом производят учащенные испытания
17. Каким образом производят уплотненные испытания.
18. Каким образом производят ужесточенные испытания.
19. Каким образом производят эксплуатационные испытания на отказ.
20. Каким образом производят эксплуатационные испытания по параметру состояния

21. Каким образом производят эксплуатационные испытания по параметру нагруженности

*Вопросы к устному опросу темы №2 «Методика экспериментальных исследований»*

1. Порядок составления плана полного факторного эксперимента.
2. Рандомизация опытов.
3. Расчет ошибок измерений.
4. Что такое факторный эксперимент.
5. Критерий оптимизации.
6. От чего зависит полный ресурс сопряжения.
7. Как определяется допустимый без ремонта износ сопряжения.
8. Как определяются предельные размеры деталей.
9. Как оценивается вероятность случайного события.
10. Что такое случайная величина.
11. Что понимается под термином «технический ресурс изделия».
12. Назовите основные числовые характеристики ресурса.
13. Что такое  $\gamma$  - процентный ресурс изделия.
14. Что является исчерпывающей характеристикой ресурса.
15. Отсеивающие эксперименты.
16. Движение в область оптимума.
17. Каким образом происходит каноническое преобразование математических моделей.
18. Методы изучения поверхностей отклика.

### **3.1.2. Методические материалы**

Целью проведения собеседований является определение уровня знаний обучающихся, полученных в ходе проведения лекционных занятий. Собеседования проводятся на лабораторных занятиях, перед началом выполнения лабораторных работ. При проведении собеседования преподаватель выясняет уровень владения теоретическим материалом обучающимися для определения степени их участия при проведении лабораторных работ.

## **3.2. Темы рефератов**

### **3.2.1. Комплект тем для выполнения рефератов**

1. Факторы, оказывающие влияние на процесс изменения параметра.
2. Математическое описание процесса изменения параметра состояния элемента машины.
3. Обработка опытных данных при изучении динамики состояния машин в лабораторных условиях.
4. Основные математические методы, используемые в теории надежности.
5. Теория симметрии в науке о надежности.
6. Учение об объемной и поверхностной прочности материалов машин в теории надежности.
7. Задачи повышения качества и надежности сельскохозяйственной техники.
8. Общие понятия, применяемые в теории надежности.
9. Объекты, рассматриваемые в надежности сельскохозяйственной техники.
10. Служба надежности на ремонтном предприятии, ее назначение и роль в повышении качества и надежности отремонтированной сельскохозяйственной техники.
11. Группы признаков качества продукции.
12. Значение качества и надежности машин в повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники.

13. Виды отказов по последствиям или затратам на их устранение.
14. Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность технических объектов.
15. Гарантийная наработка (ресурс) и срок гарантии.
16. Гамма-процентный ресурс, его практическое значение.
17. Техническое обслуживание и ремонт машин с точки зрения надежности.
18. Причины нарушения работоспособности и снижения надежности машин.
19. Причины отказов сельскохозяйственной техники.
20. Значение качества и надежности машин в повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники.
21. Физическая природа возникновения постепенных и внезапных отказов.
22. Внешние и внутренние факторы, снижающие надежность технических объектов.
23. Виды изнашивания деталей. Факторы, влияющие на изнашивание, сущность этого влияния.
24. Классификация видов смазок и их характеристики.
25. Механическое изнашивание деталей машин. Меры борьбы с этим видом изнашивания.
26. Абразивное и гидроабразивное (газоабразивное) изнашивание деталей. Сущность процессов, условия их протекания.
27. Эрозионное, гидроэрозионное (газоэрозионное), усталостное, кавитационное изнашивание деталей. Сущность процессов и условия их протекания.
28. Коррозионно-механическое изнашивание деталей: окислительное, изнашивание при фреттинг-коррозии. Сущность процессов и условия их протекания.
29. Мероприятия по уменьшению интенсивности изнашивания деталей машин и уменьшению влияния износов на качественные показатели работы машин.
30. Влияние макро- и микрогеометрия поверхностей на изнашивание деталей машин. Оптимальная микрогеометрия поверхностей.
31. Методы определения износов деталей машин и область их применения.
32. Предельное состояние (износ) машин, соединений и деталей. Критерии предельного состояния и методы их определения.
33. Искажение проектной геометрии деталей машин (сущность и причины возникновения). Влияние искажения геометрии деталей на работу агрегатов и машин.
34. Единичные показатели ремонтпригодности сельскохозяйственной техники.
35. Коэффициент технического использования машин как комплексный показатель надежности.
36. Комплексный показатель: коэффициент оперативной готовности технического объекта.
37. Цель, назначение и особенности испытаний сельскохозяйственной техники на надежность.
38. Основные законы распределения случайных величин, применяемые при оценке надежности сельскохозяйственной техники.
39. Основы технической диагностики и прогнозирования ресурсов технических систем и их элементов.
40. Методы восстановления посадок соединений.
41. Методика расчета количества ремонтных размеров.
42. Назначение и сущность резервирования в технических системах.
43. Стендовые и полигонные испытания машин и агрегатов.
44. Ускоренные испытания на надежность.
45. Влияние качества сборки и обкатки на долговечность отремонтированных машин.
46. Классификация видов и методов испытания и контроля надежности сельскохозяйственной техники.
47. Влияние дефектовочно-комплектовочных работ на долговечность отремонтированных машин.

48. Влияние качества выполнения разборочно-моечных работ на долговечность отремонтированных машин.
49. Основные требования, предъявляемые к прогнозированию состояния тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин.
50. Прогнозирование по среднему статистическому изменению параметра.
51. Синтезирование прогнозов.
52. Выбор критериев оптимизации при планировании экспериментов.
53. Планирование эксперимента при моделировании.
54. Сравнения в экспериментах.
55. Обработка результатов при планировании экспериментов.

### 3.2.2. Методические материалы

Классический реферат состоит из следующих частей:

- Введение;
- Основная часть, которая делится на разделы (а те при необходимости – на параграфы);
- Заключение;
- Список используемых источников;
- Приложение (если необходимо).

При планировании текста реферата следует помнить, что он не должен превышать 30 страниц (компьютерного набора: шрифт Time New Romans, кегль – 14, интервал – 1,5).

#### **Оформление реферата:**

Реферат обязательно должен быть написан грамотно, литературным языком. После компьютерного набора текст нужно неоднократно прочитать и проверить. Разрешается написать реферат от руки, если у автора разборчивый почерк. В противном случае преподаватель имеет право не проверять данную работу.

Текст реферата пишется только на одной стороне листа (либо печатается). Следует соблюдать поля: слева – 3 см; справа – 1 см; сверху и снизу – 2,5 см. Нумерация страниц обязательна. Она ставится на нижнем поле по центру без знаков препинания. Первой страницей является титульный лист, который не нумеруется.

Любой реферат начинается с **титульного листа**. За ним следует **план реферата**, в котором отражаются все структурные составляющие работы с обязательным указанием соответствующих страниц. Введение начинается с третьей страницы. Раскрытие каждого пункта плана лучше начинать с новой страницы.

Обязательной составляющей реферата являются **сноски** на источники и литературу, использованные при написании работы. Сноски служат для подтверждения фактов, цифр, каких-либо данных, также они используются при цитировании. Возможно применение концевых сносок (т.е. в конце реферата после завершения текста) или подстрочных ссылок, которые нумеруются отдельно на каждой странице работы.

#### **Критерии оценки реферата:**

1. Содержательность, логичность, аргументированность изложения и общих выводов.
2. Умение анализировать различные источники, извлекать из них исчерпывающую информацию, систематизировать и обобщать её.
3. Умение выявлять несовпадения в различных позициях, суждениях по проблеме реферата, давать им критическую оценку.
4. Присутствие личной позиции автора реферата, самостоятельность, оригинальность, обоснованность его суждений.
5. Умение ясно выражать мысли в письменной форме, яркость, образность изложения, индивидуальность стиля автора реферата.
6. Правильность оформления работы (структурирование текста на главы, пункты, его изложение в соответствии с выработанным планом, нумерация страниц, оформление списка литературы, титульного листа и т.п.).

7. Сопроводительные материалы: иллюстрации, схемы, чертежи и т. д. (при необходимости).

*При защите реферата к указанным критериям добавляются ещё два:*

8. Умение ясно выражать мысли в устной форме.

9. Умение четко, по существу отвечать на вопросы по теме исследования, делать корректные и взвешенные умозаключения.

### **Защита реферата:**

#### **1. «Классическая модель»:**

В устном выступлении обучающегося должно прозвучать:

- тема исследования, её актуальность, причина выбора;
- основные подходы к проблеме в науке;
- круг использованных источников и литературы;
- основные выводы по содержанию реферата.

#### **2. «Творческая модель»:**

Подобная защита реферата предполагает:

- оформление стенда с документами и иллюстрациями по теме исследования, их комментариев;
- демонстрацию слайдов, видеозаписей, прослушивание аудиозаписей (по возможности);
- яркое и оригинальное представление фрагмента основной части реферата, выводов по содержанию работы.

### **3.3. Фонд тестовых заданий**

#### **3.3.1. Вопросы для проведения тестирования**

##### **1. Планирование эксперимента - это:**

- 1) процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью;
- 2) свойство улучшать в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования;
- 3) свойство, противоположное понятию «Отказ»;
- 4) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией;
- 5) состояние объекта, при котором он обеспечивает нормальное применение объекта по назначению.

##### **2. Планирование эксперимента включает в себя в зависимости от назначения объекта или условий его эксплуатации ряд простых свойств (указать неправильный ответ):**

- 1) срок службы;
- 2) безотказность;
- 3) долговечность;
- 4) ремонтпригодность;
- 5) сохраняемость.

##### **3. Критерий оптимизации – это:**

- 1) техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемое в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации;
- 2) параметр, по которому оценивается исследуемый объект и который связывает факторы в математическую модель;

- 3) технический элемент любого целевого назначения;
- 4) простейший составной элемент;
- 5) технический элемент определенного целевого назначения, рассматриваемый исключительно в период эксплуатации.

**4. Выберите, к какому фактору относится выбор режимов и условий работы элементов в системе:**

- 1) конструктивному;
- 2) производственному;
- 3) экономическому;
- 4) эксплуатационному.

**5. К понятию «Состояние изделий» относятся термины:**

- 1) отказ, повреждение;
- 2) сохраняемость, предельное состояние;
- 3) исправность, работоспособность;
- 4) исправность, сохраняемость;
- 5) отказ, дефект.

**6. Выберите, к какому фактору относятся воздействия, обусловленные внешней средой и условиями применения:**

- 1) субъективному;
- 2) производственному;
- 3) внешнему;
- 4) конструктивному.

**7. Для чего проводят рандомизацию опытов при планировании экспериментальных исследований:**

- 1) для обеспечения устойчивости работы объекта исследования во время проведения эксперимента;
- 2) для более быстрого изменения значений факторов в пределах уровней варьирования во время проведения экспериментов;
- 3) для обеспечения внесения элемента случайности влияния неуправляемых и неконтролируемых факторов на отклик;
- 4) для устранения влияния неконтролируемых факторов на отклик.

**8. Для чего применяется статистический анализ результатов исследований:**

- 1) для оценки достоверности эксперимента;
- 2) для определения уровней варьирования факторов;
- 3) для определения надежности;
- 4) для построения поверхности отклика.

**9. Технически исправный объект:**

- 1) отвечает всем требованиям НТД;
- 2) может выполнять все заданные функции, сохраняя значения заданных параметров;
- 3) находится в работоспособном состоянии;
- 4) может выполнять часть заданных функций;
- 5) другой вариант.

**10. Предельное состояние – это:**

- 1) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо или нецелесообразно;
- 2) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо, но целесообразно;
- 3) состояние объекта, при котором его применение по назначению нецелесообразно, но допустимо;
- 4) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо и целесообразно;
- 5) другой вариант.

**11. Технический ресурс – это:**

- 1) наработка до предельного состояния;
- 2) срок сохраняемости;
- 3) срок службы;
- 4) наработка до отказа;
- 5) наработка до списания.

**12. Невосстанавливаемые объекты – это:**

- 1) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;
- 2) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены;
- 3) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены;
- 4) объекты электроники и нанотехнологии;
- 5) объекты оборонного назначения.

**13. Восстанавливаемые объекты – это:**

- 1) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены;
- 2) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены;
- 3) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;
- 4) любые объекты оборонного назначения или гражданской обороны;
- 5) медпрепараты.

**14. К отказам функционирования относятся:**

- 1) поломка зубьев шестерни;
- 2) усталость металла;
- 3) износ оборудования;
- 4) потеря точности станка;
- 5) коррозия металла.

**15. Отказы случайные – это отказы:**

- 1) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- 2) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- 3) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений;
- 4) при которых некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах;
- 5) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений.



**16. Отказы систематические – это отказы:**

- 1) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений;
- 2) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- 3) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах;
- 4) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- 5) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений.

**17. К систематическим отказам относится (указать неправильный ответ):**

- 1) поломка зубьев шестерни;
- 2) усталость металла;
- 3) износ оборудования;
- 4) старение оборудования;
- 5) коррозия металла.

**18. Вероятность событий, которые условно принимаются за достоверные, это:**

- 1) доверительная граница;
- 2) достоверные события;
- 3) доверительная вероятность;
- 4) достоверная вероятность.

**19. Показатели, характеризующие с той или иной стороны результаты совокупности опытов, выполненных исследователем, и позволяющие уяснить основные закономерности изменения (варьирования) результатов исследования, это:**

- 1) статистические;
- 2) математические;
- 3) физические;
- 4) технические.

**20. Характеристика, позволяющая провести сравнение величины среднеквадратичного отклонения и средней арифметической называют:**

- 1) коэффициент сравнения;
- 2) коэффициент вариации;
- 3) среднеквадратическое отклонение;
- 4) коэффициент регрессии.

**21. Среднее значение квадрата выходной величины от ее среднего значения, называют:**

- 1) дифракция;
- 2) сравнение;
- 3) регрессия;
- 4) дисперсия.

**22. Процедура поиска значений теоретических коэффициентов и их оценки, называют:**

- 1) корреляция;

- 2) регрессионный анализ;
- 3) усреднение;
- 4) оптимизация.

**23. Пространство, в котором строится поверхность отклика, называется:**

- 1) факторное пространство;
- 2) графическая модель;
- 3) объективная модель;
- 4) субъективная модель.

**24. Моделирование это:**

- 1) способ воспроизведения реальной действительности для изучения протекающих в ней закономерностей;
- 2) построение математической модели процесса;
- 3) определение коэффициентов регрессии;
- 4) определение критериев оптимизации;

**25. Признак, наличие которого дает право автору на использование понятия «впервые», при характеристике полученных им результатов и проведенного научного исследования в целом, это:**

- 1) точность;
- 2) оперативность;
- 3) новизна;
- 4) объективность.

**26. План эксперимента, это:**

- 1) комбинации уровней варьирования факторов, которые необходимо установить при проведении эксперимента;
- 2) запланированная последовательность действий, во время проведения экспериментов;
- 3) последовательность определения математической модели;
- 4) абстрактная модель проведения эксперимента;

**27. Основные способы и приемы, на основании которых планируется проводить экспериментальное исследование:**

- 1) методика экспериментального исследования;
- 2) общая методика экспериментального исследования;
- 3) частная методика исследования;
- 4) абстрактная модель проведения эксперимента.

**28. План, где указываются все комбинации факторов, которые нужно соблюдать при проведении эксперимента, это:**

- 1) методика экспериментального исследования;
- 2) план эксперимента;
- 3) частная методика исследования;
- 4) матрица планирования эксперимента;

**29. Что не проверяют при проведении полигонных испытаний объектов:**

- 1) принятые конструктивные и схемные решения в режимах работы объекта и условиях испытаний, которые не могут быть комплексно воспроизведены при стендовых испытаниях;
- 2) влияние объекта на человека, на окружающую среду и на экологию в целом;
- 3) влияния взаимодействия узлов и элементов (деталей и сборочных единиц), а также режимов нагружения на работоспособности объекта в целом
- 4) элементы времени на техническое обслуживание и ремонт, производимые в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным.

**30. Каким условиям могут соответствовать полигонные испытания:**

- 1) предельным для данного объекта условиям эксплуатации (экстремальные условия);
- 2) нормальным условиям работы объекта испытаний;
- 3) допустимым условиям работы объекта испытаний;
- 4) условиям работы, при которых достигается оптимальная производительность объекта исследования.

**31. Укажите режимы полигонных испытаний, которые не используются во время проведения экспериментальных исследований:**

- 1) направленный режим, когда осуществляют моделирование типичных эксплуатационных воздействий на определенные элементы объекта исследования;
- 2) комплексные испытания, если нужно обеспечить достаточно длительную работу каждого элемента объекта исследования в условиях, позволяющих выявить его ресурс и уровень безотказности
- 3) испытания, направленные на выявление работоспособности отдельных элементов объекта исследования.

**32. Как измеряется наработка:**

- 1) в единицах времени;
- 2) в циклах;
- 3) в единицах выработки;
- 4) в других единицах;
- 5) во всех перечисленных.

**33. Основное отличие стендовых испытаний от других типов испытаний заключается в:**

- 1) высокой устойчивости задаваемых параметров, поддержанием воздействия внешних факторов;
- 2) поддержании значений выходных параметров (критериев оптимизации) в течение длительного промежутка времени;
- 3) поддержании значений всех входных параметров (факторов) в течение длительного промежутка времени.

**34. Какие ошибки измерений физических величин не учитываются во время математической обработки результатов исследований:**

- 1) грубые ошибки (промахи);
- 2) относительные ошибки;
- 3) систематические ошибки;
- 4) случайные ошибки.

**35. Психологический эксперимент применяется для:**

- 1) сокращения объема экспериментальной работы с целью исключения несуществующих факторов;
- 2) достижения оптимального результата;
- 3) определения достоверности значений критериев оптимизации.

**36. Если скалярное произведение всех векторов – столбцов матрицы равно нулю, то план эксперимента называют:**

- 1) ортогональным;
- 2) полигональным;
- 3) ротатабельным.

**37. Укажите, что не является преимуществом многофакторного эксперимента:**

- 1) значительно сокращается число опытов по сравнению с однофакторным методом (экспериментом);
- 2) появляется возможность обобщить материалы исследований в виде математической модели и дать статистическую оценку;
- 3) появляется большое количество информации, позволяющей судить о достоверности полученных результатов;
- 4) увеличение объема полученной информации за счет получения данных о роли взаимодействия различных факторов между собой.

**38. Стендовые испытания это:**

- 1) контроль, который осуществляется на специальном испытательном стенде, который обеспечивает стабильное воздействие на объект тех или иных факторов;
- 2) контроль, который проводится после ввода объекта в эксплуатацию (опытную или подконтрольную) с целью установить, как он будет вести себя в условиях реального использования;
- 3) контроль, который предусматривает исследование объекта в реальных условиях – условиях его будущего использования.

**39. Вероятность того, что объект окажется работоспособным в заданный момент времени, отсчитываемый от начала работы (или от другого строго определенного момента времени), для которого известно начальное состояние этого объекта, называется:**

- 1) нестационарный коэффициент оперативной готовности;
- 2) коэффициент сохранения эффективности;
- 3) коэффициент технического использования;
- 4) средний коэффициент оперативной готовности;
- 5) стационарный коэффициент оперативной готовности.

**40. Из показателей долговечности и сохраняемости, средний срок службы между смежными капитальными ремонтами объекта – это:**

- 1) средний межремонтный срок службы;
- 2) средний срок службы до списания;
- 3) гамма-процентный срок сохраняемости;
- 4) гамма-процентный срок службы;
- 5) средний срок службы до капитального ремонта.

**41. Какая временная характеристика объекта обозначает календарную продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после капитального или среднего ремонта до наступления предельного состояния:**

- 1) технический ресурс;
- 2) суммарная наработка;
- 3) срок службы;
- 4) срок сохраняемости;
- 5) эксплуатацией объекта.

**42. Из показателей долговечности и сохраняемости, срок службы, в течение которого объект не достигает предельного состояния с вероятностью 1 – это:**

- 1) средний ремонтный ресурс;
- 2) гамма-процентный ресурс;
- 3) средний срок службы до списания;
- 4) средний межремонтный срок службы;
- 5) гамма-процентный срок службы.

**43. Полигонные испытания это:**

- 1) контроль, который предусматривает исследование объекта в реальных условиях – условиях его будущего использования;
- 2) методы контроля, реализуемые на испытательных полигонах – отведенной для проведения испытаний территории;
- 3) контроль, который осуществляется на специальном испытательном стенде, который обеспечивает стабильное воздействие на объект тех или иных факторов.

**44. Заданная наработка - это:**

- 1) математическое ожидание случайной наработки объекта до первого отказа;
- 2) наработка, в течение которой объект должен безотказно работать для выполнения своих функций;
- 3) отношение наработки восстанавливаемого объекта за некоторый период времени к математическому ожиданию числа отказов в течение этой наработки;
- 4) усредненное на заданном интервале времени значение нестационарного коэффициента готовности;
- 5) наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью 1-.

**45. Натурные испытания это:**

- 1) методы контроля, реализуемые на испытательных полигонах – отведенной для проведения испытаний территории;
- 2) контроль, который предусматривает исследование объекта в реальных условиях – условиях его будущего использования;
- 3) контроль, который проводится после ввода объекта в эксплуатацию (опытную или подконтрольную) с целью установить, как он будет вести себя в условиях реального использования.

**46. Эксплуатационные испытания это:**

- 1) контроль, который предусматривает исследование объекта в реальных условиях – условиях его будущего использования;
- 2) методы контроля, реализуемые на испытательных полигонах – отведенной для проведения испытаний территории;

3) контроль, который проводится после ввода объекта в эксплуатацию (опытную или подконтрольную) с целью установить, как он будет вести себя в условиях реального использования.

**47. Укажите, что не относится к видам научных исследований:**

- 1) теоретическое;
- 2) экспериментальное;
- 3) теоретико-экспериментальное;
- 4) опытное.

**48. По какой формуле определяется интенсивность отказов:**

- 1)  $\lambda(t) = n(\Delta t) / (N_{cp} \Delta t)$  ;
- 2)  $\lambda(t) = n(\Delta t) * (N_{cp} \Delta t)$  ;
- 3)  $\lambda(t) = n(\Delta t) / (P_{cp} \Delta t)$  ;
- 4)  $\lambda(t) = n(\Delta t) * (P_{cp} \Delta t)$  ;
- 5)  $\lambda(t) = n(\Delta t) - (N_{cp} \Delta t)$  .

**49. Как вычисляется средняя наработка до отказа:**

1)  $T_{cp} = M[t] = \int_{-1}^1 f(t) dt$  ;

2)  $T_{cp} = M[t] = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt$  ;

3)  $T_{cp} = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt$  ;

4)  $T_{cp} = \int_0^t P(t) dt$  ;

5)  $T_{cp} = \int_0^{\infty} \lambda(t) dt$  .

**50. Что нужно знать для определения средней наработки до первого отказа:**

- 1) моменты выхода из строя всех испытуемых элементов;
- 2) момент выхода из строя одного испытуемого элемента;
- 3) время безотказной работы системы;
- 4) интенсивность износа;
- 5) интенсивность отказа.

**51. Укажите не обязательный этап в методике планирования экспериментов:**

- 1) описание конструкции и технологического процесса экспериментальной установки;
- 2) расчеты для приведения измеряемой величины в общепринятые единицы измерения;
- 3) порядок проведения экспериментального исследования;
- 4) описание приборов и средств измерений, используемых при экспериментальном исследовании.

**52. Укажите требования, которые нужно учитывать при выборе факторов:**

- 1) управляемость, операциональность, независимость, совместимость;
- 2) управляемость, однозначность, независимость, совместимость;

- 3) управляемость, однозначность, независимость;
- 4) воспроизводимость, однозначность, независимость, совместимость.

**53. Если полный факторный эксперимент представить в виде таблицы, то каждая строка этой таблицы представляет из себя:**

- 1) отдельный опыт;
- 2) отдельный фактор;
- 3) отдельный критерий оптимизации.

**54. Если полный факторный эксперимент представить в виде таблицы, то каждый столбец этой таблицы представляет из себя:**

- 1) отдельный опыт;
- 2) отдельный фактор;
- 3) отдельный критерий оптимизации.

**55. Определите погрешность серии измерений  $\Delta a$ , если при коэффициенте надежности  $\alpha=0,95$  и известном числе опытов критерий Стьюдента  $t_\alpha=2,45$ , а среднеквадратичная погрешность серии измерений  $\Delta S_a=0,012$ :**

- 1) 0,0294;
- 2) 0,296;
- 3) 1,25;
- 4) 0,00956.

**56. Определите среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  погрешности результатов измерений для  $n=7$  опытов, если известны квадраты отклонений измеряемой величины:  $\Delta a^2_1=0,12$ ;  $\Delta a^2_2=0,1$ ;  $\Delta a^2_3=0,09$ ;  $\Delta a^2_4=0,1$ ;  $\Delta a^2_5=0,11$ ;  $\Delta a^2_6=0,13$ ;  $\Delta a^2_7=0,08$ :**

- 1) 0,319;
- 2) 0,356;
- 3) 0,323;
- 4) 0,349.

**57. Необходимо определить коэффициент вариации  $V$  измеряемой величины, если известны среднеквадратическое отклонение  $\sigma=0,0124$  и среднее арифметическое значение измеряемой величины  $X_{cp}=5,32$ :**

- 1) 0,288;
- 2) 0,245;
- 3) 0,233;
- 4) 0,213.

**58. Коэффициент сохранения эффективности – это:**

- 1) отношение значения показателя эффективности за определенную продолжительность эксплуатации  $Y$  к номинальному значению этого показателя  $Y_0$ , вычисленному при условии, что отказы объекта в течение того же периода эксплуатации не возникают;
- 2) отношение числа испытываемых изделий в единицу времени к числу отказавших без замены на исправные изделия;
- 3) отношение значения показателя надежности за определенную продолжительность отказа  $Y$  к номинальному значению этого показателя  $Y_0$ , вычисленному при условии, что эксплуатация объекта в течение того же периода не прекращается;

- 4) признак, по которому можно количественно оценить вероятность безотказной работы различных устройств;
- 5) признак, по которому можно количественно оценить отказ различных устройств.

**59. Показатель эффективности – это:**

- 1) показатель качества, характеризующий выполнение объектом его функций;
- 2) признак, по которому можно количественно оценить отказ различных устройств;
- 3) показатель надежности объектов, необходимость применения которых возникает в произвольный момент времени;
- 4) показатель интенсивности отказа;
- 5) показатель интенсивности износа.

**60. Необходимо определить показатель точности измеряемой величины  $P$ , если средняя ошибка средней арифметической величины  $m=0,00469$ , а среднее значение измеряемой величины  $X_{cp}=5,32$ :**

- 1) 0,0882;
- 2) 0,885;
- 3) 0,985;
- 4) 0,865.

**61. Экспоненциальный закон распределения называют:**

- 1) вероятностным законом надежности;
- 2) основным законом надежности;
- 3) второстепенным законом надежности;
- 4) массовым законом надежности;
- 5) постоянным законом надежности.

**62. Вероятность отказа экспоненциального закона за время  $t$  определяется по формуле:**

- 1)  $Q(t) = 1 - P(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$  ;
- 2)  $Q(t) = 1 - \log 12$  ;
- 3)  $Q(t) = 1 - \exp(-\lambda t) + 1000$  ;
- 4)  $M = -ma$  ;
- 5)  $Q(t) = i + j + k$  .

**63. Средняя наработка до отказа экспоненциального закона определяется по формуле:**

- 1)  $T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} S(t) dt = 1/\lambda$  ;
- 2)  $T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt = 4/\lambda$  ;
- 3)  $T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt = 1/\lambda$  ;
- 4)  $T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt = 2/\lambda$  ;
- 5)  $T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt = 1/\lambda$  .

**64. Среднеквадратическое время работы экспоненциального закона:**

- 1)  $\sigma(t) = T_{cp}$  ;
- 2)  $P(t) = D$  ;



- 3)  $A = T_{cp}$ ;
- 4)  $m(t) = T_{cp}$ ;
- 5)  $\sigma(t) = 2D^5$ .

**65. Гамма-распределение является:**

- 1) ограниченным распределением;
- 2) двухпараметрическим распределением;
- 3) безпараметрическим распределением;
- 4) трехпараметрическим распределением;
- 5) двухпараметрическим распределением.

**66. Средняя наработка до отказа при гамма-распределении определяется по формуле:**

- 1)  $T_{cp} = k/\lambda_0$ ;
- 2)  $T_{cp} = k/A * S + 00.3$ ;
- 3)  $\mu = \Omega^2 + \Psi^2$ ;
- 4)  $a = kx + b$ .

**67. Вероятность безотказной работы устройства при гамма-распределении:**

- 1)  $M = \sum x_n + \sum y_n$ ;
- 2)  $T = \int x_1 + j_k$ ;
- 3)  $J = (1 - 2\pi) * \sum y_n^4$ ;
- 4)  $Z = 474 + S_n * \alpha^3$ ;
- 5)  $P(t) = \exp(-\lambda_0 t) \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{i!} (\lambda_0 t)^i$ .

**68. Математическое ожидание при гамма-распределении:**

- 1)  $M_x = \lambda_0 / k$ ;
- 2)  $M_x = k(m) / \lambda_0$ ;
- 3)  $M_x = k / \lambda_0$ ;
- 4)  $M_x = 1 / \lambda_0$ ;
- 5)  $M_x = k / 2\lambda_0$ .

**69. Плотность распределения отказов распределения Вейбулла описывается зависимостью:**

- $f(t) = \lambda_0 \alpha \alpha^{\alpha-1} \exp(-\lambda_0 t^\alpha)$ ;
- $f(t) = \sum 11\mu$ ;
- $f(t) = \iint x^2 + \rho^2$ ;
- $f(t) = \lambda_0 \exp(-\lambda_0 t^\alpha) + 300$ ;
- $f(t) = \lambda_0 \alpha \alpha^{\alpha-1} \exp(-\lambda_0 t^\alpha) * 2m + 400$ .

**70. Вероятность безотказной работы распределения Вейбулла за время t определяется по формуле:**

- 1)  $P(t) = 2 \exp(-\lambda_0 t^\alpha) / 2\pi$ ;
- 2)  $U = 1 + 12.5 \lambda^{-9}$ ;
- 3)  $P(t) = \log(-\lambda_0 t^\alpha) + 1 / \log 5$ ;
- 4)  $P(t) = \exp(-\lambda_0 t^\alpha)$ ;
- 5)  $P(t) = \frac{\log 56}{2}$ .

**71. Дисперсия случайной величины распределения Вейбулла равна:**

- 1)  $D_x = \lambda_0^{2/\alpha} [\Gamma(1+2/\alpha) - \Gamma^2(1+1/\alpha)]$ ;
- 2)  $\lambda(t) = \lambda_0 t^{\alpha-1}$ ;
- 3)  $T_{cp} = \frac{\Gamma(1/(\alpha+1))}{2}$ ;
- 4)  $M_x = \lambda_0/k$ ;
- 5)  $f(t) = \frac{\sqrt{2\pi}}{2} \exp[-(t-T_{cp})^2/2\sigma^2]$ .

**72. Нормальный закон распределения называется законом:**

- 1) Вилкерса;
- 2) Вебера-Фехнера;
- 3) Розенброка;
- 3) Коновалова;
- 4) Гаусса.

**73. В теории надежности нормальный закон распределения используют для описания:**

- 1) постоянных отказов;
- 2) временных отказов;
- 3) стабильных отказов;
- 4) постепенных отказов;
- 5) дублированных отказов.

**74. Плотность распределения отказов нормального закона распределения описывается формулой:**

- 1)  $\xi = \frac{13\Omega}{\Delta M}$ ;
- 2)  $f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp[-(t-T_{cp})^2/2\sigma^2]$ ;
- 3)  $f(t) = 1 - \Phi^2$ ;
- 4)  $\exists = \frac{1}{2\rho} + \Delta\partial$ ;
- 5)  $f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} + 18G + N95$ .

**75. Вероятность безотказной работы нормального закона распределения за время  $t$ :**

- 1)  $N = \text{tg} \frac{1}{2} + 14.5\gamma$ ;
- 2)  $N = e^{\text{rt}12} + \text{rt}y21$ ;
- 3)  $Z = \alpha^2 + \beta^3$ ;
- 4)  $P(t) = x(\eta + v^* \partial)$ ;
- 5)  $P(t) = 1 - Q(t) = 1 - [0.5 + \Phi(u)] = 0.5 - \Phi(u)$ .

**76. Найдите факторы, не влияющие на надежность объектов:**

- 1) конструктивные;
- 2) производственные;
- 3) экономические;
- 4) эксплуатационные.

**77. Какой из перечисленных факторов не относится к производственному:**

- 1) входной контроль качества материалов и элементов, получаемых от предприятий-поставщиков;
- 2) учет психофизиологических особенностей операторов;
- 3) организация технологического процесса изготовления оборудования;
- 4) контроль качества продукции на всех этапах технологического процесса.

**78. По характеру воздействия на объект какие факторы можно подразделить на объективные и субъективные:**

- 1) конструктивные;
- 2) эксплуатационные;
- 3) экономические;
- 4) производственные.

**79. Какой из перечисленных факторов относится к конструктивному:**

- 1) квалификация изготовителей;
- 2) квалификация обслуживающего персонала;
- 3) условия работы на производстве;
- 4) учет психофизиологических особенностей операторов.

**80. К субъективным эксплуатационным факторам, влияющим на надежность объектов, не относится:**

- 1) квалификация обслуживающего персонала;
- 2) обученность обслуживающего персонала;
- 3) организация и качество технического обслуживания и регламентных работ;
- 4) квалификация изготовителей.

**81. Какой из перечисленных факторов относится к производственному:**

- 1) обеспечение качества и контроль монтажа и наладки оборудования систем;
- 2) разработка эксплуатационной документации;
- 3) выбор защиты технологических параметров установки;
- 4) методы и способы организации эксплуатации объектов.

**82. Выберите, к какому фактору относится выбор режимов и условий работы элементов в системе:**

- 1) конструктивному;
- 2) производственному;
- 3) экономическому;
- 4) эксплуатационному.

**83. Выберите, к какому фактору относится контроль качества продукции на всех этапах технологического процесса:**

- 1) конструктивному;
- 2) производственному;
- 3) экономическому;
- 4) эксплуатационному.

**84. Какие из перечисленных факторов можно классифицировать на две группы – внешние и внутренние факторы:**

- 1) субъективные;
- 2) производственные;
- 3) конструктивные;
- 4) объективные.

**85. Выберите, к какому фактору относятся воздействия, обусловленные внешней средой и условиями применения:**

- 1) субъективному;
- 2) производственному;
- 3) внешнему;
- 4) конструктивному.

**86. Выберите, к какому фактору относятся воздействия, связанные с изменением параметров объектов и конструкционных материалов:**

- 1) внутреннему;
- 2) производственному;
- 3) внешнему;
- 4) конструктивному.

**87. К климатическому фактору НЕ относится:**

- 1) солнечная радиация;
- 2) коррозия;
- 3) низкие и высокие температуры;
- 4) влажность воздуха.

**88. Выберите, к какому фактору относится квалификация обслуживающего персонала:**

- 1) субъективному;
- 2) производственному;
- 3) конструктивному;
- 4) объективному.

**89. Под субъективными эксплуатационными факторами, влияющими на надежность объектов, понимается:**

- 1) выбор режимов и условий работы элементов в системе;
- 2) контроль качества продукции на всех этапах технологического процесса;
- 3) методы и способы организации эксплуатации объектов;
- 4) определение материалов и комплектующих элементов.

**90. Какой из климатических факторов относится к атмосферному явлению:**

- 1) пыльные бури;
- 2) туман;
- 3) иней;
- 4) все перечисленные.

**91. Повышение эксплуатационной надежности, обусловленной влиянием на нее человека, осуществляется путем:**

- 1) отбора операторов;
- 2) приспособления техники к психофизиологическим особенностям человека-оператора в процессе ее проектирования;
- 3) тренировки и обучения операторов выполнения операций обслуживания;
- 4) всеми перечисленными.

**92. Определить необходимое число измерений  $n$  случайной величины для обеспечения достаточной точности, если известен коэффициент вариации  $V=0,245$  и**

показатель точности измеряемой величины  $P=0,156$ . Полученное значение необходимо округлить до целого:

- 1) 20
- 2) 10
- 3) 12
- 4) 8

**93. Определить расчетное значение линейного коэффициента корреляции  $t_p$ , если число опытов составило  $n=49$ , а взаимосвязь между исследуемыми параметрами  $r_{xy}=0,85$ :**

- 1) 10,2
- 2) 10,9
- 3) 11,06
- 4) 12,06

**94. В результате отказа элемента системы при последовательном соединении элементов:**

- 1) этот элемент заменяется аналогичным ему;
- 2) наступает отказ всей системы;
- 3) этот элемент исключается из системы, и система продолжает функционировать;
- 4) система продолжает работать, но среднее время безотказной работы уменьшается в 1,5 раза;
- 5) ничего существенного с системой не происходит.

**95. Вероятность безотказной работы системы обозначается:**

- 1)  $P_c(t)$  ;
- 2)  $F_c(t)$  ;
- 3)  $G_c(t)$  ;
- 4)  $T_c(t)$  ;
- 5)  $E_c(t)$  .

**96. Вероятность безотказной работы системы определяется по формуле:**

- 1)  $P_c(t) = e^{-k t}$  ;
- 2)  $P_c(t) = e^{-(t-k t)}$  ;
- 3)  $P_c(t) = e^{-(t+\Delta t)}$  ;
- 4)  $P_c(t) = e^{-\int_0^t (t-\Delta t) dt}$  ;
- 5)  $P_c(t) = e^{-\int_0^t \lambda_c(t) dt}$  .

**97. При экспоненциальном законе распределения (для случая постоянных интенсивностей отказов элементов) имеют место соотношения:**

- 1)  $P_c(t) = e^{-t}$  ;  $\lambda_c(t) = \prod_{j=1}^n \lambda_j(t)$  ;  $T_c = \int_0^{\infty} \lambda_j(t) dt$  ;  $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$  ;
- 2)  $P_c(t) = e^{-t}$  ;  $\lambda_c(t) = \sum_{j=1}^n \lambda_j$  ;  $T_c = \int_0^{\infty} \lambda_j(t) dt$  ;  $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$  ;
- 3)  $P_c(t) = e^{-t}$  ;  $\lambda_c(t) = \prod_{j=1}^n \lambda_j(t)$  ;  $T_c = \frac{1}{\lambda_c}$  ;  $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$  ;
- 4)  $P_c(t) = e^{-\lambda_c t}$  ;  $\lambda_c(t) = \prod_{j=1}^n \lambda_j(t)$  ;  $T_c = \frac{1}{\lambda_c}$  ;  $f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}$  ;

$$5) P_c(t) = e^{-\lambda_c(t)}; \lambda_c(t) = \sum_{j=1}^n \lambda_j; T_c = \frac{1}{\lambda_c}; f_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c(t)}.$$

**98. Резервирование – это метод повышения надежности объекта путем:**

- 1) удаления избыточности;
- 2) замены данной системы аналогичной ей, но с меньшим риском отказа;
- 3) добавления избыточности;
- 4) замены ровно половины элементов системы аналогичными им;
- 5) замены данной системы системой, состоящей из  $n/2$  элементов.

**99. Методы резервирования по виду делятся на:**

- 1) структурное, временное, информационное, функциональное, нагрузочное;
- 2) общее, раздельное, смешанное;
- 3) постоянное, динамическое;
- 4) целое, дробное;
- 5) замещения, скользящее, мажоритарное.

**100. Методы резервирования по режиму работы резерва делятся на:**

- 1) структурное, временное, информационное, функциональное, нагрузочное;
- 2) постоянное, динамическое;
- 3) нагруженное, облегченное, ненагруженное;
- 4) замещения, скользящее, мажоритарно;
- 5) общее, раздельное, смешанное.

**101. Операция дизъюнкции может быть представлена:**

- 1) схемой последовательного соединения элементов;
- 2) схемой инвертирования входной величины;
- 3) минимизацией функций для исключения повторяющихся членов;
- 4) схемой параллельного соединения;
- 5) схемой смешанного соединения элементов.

**102. Операция конъюнкции:**

- 1) схемой последовательного соединения элементов;
- 2) схемой инвертирования входной величины;
- 3) минимизацией функций для исключения повторяющихся членов;
- 4) схемой параллельного соединения;
- 5) схемой смешанного соединения элементов.

**103. Один из наиболее эффективных методов повышения надежности объектов:**

- 1) резервирование;
- 2) уменьшение интенсивности отказов элементов системы;
- 3) выбор рациональной периодичности и объема контроля систем;
- 4) уменьшение времени восстановления;
- 5) сокращение времени непрерывной работы.

**104. Найдите основные методы повышения надежности оборудования:**

- 1) сокращение времени непрерывной работы;
- 2) выбор рациональной периодичности и объема контроля систем;
- 3) резервирование;
- 4) уменьшение интенсивности отказов элементов системы;
- 5) все перечисленные.

**105. Что включают в себя схемные методы повышения надежности систем:**

- 1) создание схем с минимально необходимым числом элементов;
- 2) оптимизацию последовательности работы элементов схемы;
- 3) предварительный расчет надежности проектируемой схемы;
- 4) применение резервирования;
- 5) все перечисленные.

**106. Какой из вариантов не входит в число конструктивных методов повышения надежности:**

- 1) унификация элементов и систем;
- 2) предварительный расчет надежности проектируемой схемы;
- 3) использование элементов с малой величиной интенсивности отказов при заданных условиях эксплуатации;
- 4) рациональный выбор совокупности контрольных параметров;
- 5) все перечисленные.

**107. Основными способами повышения надежности при производстве являются:**

- 1) тренировка элементов и систем;
- 2) совершенствование технологии и организации производства;
- 3) применение инструментальных методов контроля качества продукции при статистически обоснованных выборках;
- 4) автоматизация производства;
- 5) все перечисленные.

**108. Определить расчетное значение линейного коэффициента корреляции  $t_r$ , если число опытов составило  $n=109$ , а взаимосвязь между исследуемыми параметрами  $r_{xy}=0,84$ :**

- 1) 16,16
- 2) 10,9
- 3) 18,06
- 4) 20,06

**109. Перечислите мероприятия относящиеся к категории организационных:**

- 1) создание единой системы информации о работоспособности объектов;
- 2) обоснование, выбор и включение в ТЗ норм надежности;
- 3) постановка широких экспериментальных исследований надежности объектов на всех этапах их разработки, изготовления и эксплуатации;
- 4) организация доработок и рекламационная практика;
- 5) все перечисленные.

**110. Отношение показателя надежности резервированной системы к соответствующему показателю надежности нерезервированной системы, называется:**

- 1) резервирование надежности;
- 2) реализация надежности;
- 3) выигрышем надежности;
- 4) анализ надежности;
- 5) восстановление надежности.

**111. Если отказ одного любого элемента приводит к отказу всей системы, то система считается:**

- 1) абсолютно надежной;

- 2) абсолютно ненадежной;
- 3) надежной;
- 4) ненадежной;
- 5) абсолютной.

**112. В каких процессах используются схемные и конструктивные методы повышения надежности систем:**

- 1) проектирования и конструирования;
- 2) конструирования и изготовления;
- 3) проектирования и изготовления;
- 4) проектирования, конструирования и изготовления;
- 5) проектирования и эксплуатации.

**113. Уменьшение числа элементов при прочих равных условиях приводит к:**

- 1) уменьшению вероятности безотказной работы и увеличению массы и стоимости;
- 2) безотказная работа не изменяется, но увеличивается стоимость;
- 3) увеличению вероятности безотказной работы и снижению массы, габаритов и стоимости;
- 4) уменьшению вероятности безотказной работы в два раза;
- 5) всем перечисленным вариантам.

**114. Определите относительную погрешность серии измерений  $\varepsilon$ , если при коэффициенте надежности  $\alpha$  и известном числе опытов  $n$  погрешность измерений составит  $\Delta a = 0,018$ , а среднее значение измеряемой величины составит  $a_{cp} = 4,12$ :**

- 1) 0,524;
- 2) 0,637;
- 3) 0,437;
- 4) 0,237.

**115. Для чего применяется статистический анализ результатов исследований:**

- 1) для оценки достоверности эксперимента;
- 2) для определения уровней варьирования факторов;
- 3) для определения надежности;
- 4) для построения поверхности отклика.

### **3.3.2. Методические материалы**

Тест включает в себя десять вопросов, из числа вопросов, представленных выше. На ответы тестовых вопросов обучающемуся отводится до 10 минут (по одной минуте для ответа на один вопрос теста). За каждый правильный ответ тестового вопроса, обучающийся получает 0,5 балла. Максимальное число баллов, которое обучающийся может набрать при тестировании – 5 баллов.

### **3.4. Экзаменационные билеты**

**3.4.1. Комплект экзаменационных билетов для обучающихся очной формы обучения при проведении экзамена в конце 1-го семестра.**



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 1**

1. Классификация научных исследований
2. Методы контроля и обеспечения работы при эксплуатации машинно-тракторного парка

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 2**

1. Пути повышения эффективности производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка
2. Роль науки в повышении эффективности производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 3**

1. Классификация опытно-конструкторских работ
2. Законы, характеризующие работоспособность транспортных средств, технологических машин и оборудования

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 4**

1. Методология и структура научного исследования
2. Ремонтпригодность. Свойства объекта, характеризующие ремонтпригодность. Требования к ремонтпригодности с.-х. техники

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 5**

1. Общие требования к методам научных исследований
2. Усталостные разрушения деталей машин. Сущность и закономерность процесса разрушений. Методы повышения усталостной прочности

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 6**

1. Математическое моделирование систем
2. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты. Понятие о ремонте, ресурсе, наработке

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 7**

1. Методика обработки усеченной информации
2. Дайте характеристику единичных, комплексных, расчетных, экспериментальных, групповых и индивидуальных показатели надежности

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 8**

1. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования
2. Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности статистической выборки и выравнивание их теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 9**

1. Сбор статистической информации о надежности объектов. Полная, усеченная и многократно усеченная информации
2. Основные причины отказов сельскохозяйственной техники

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 10**

1. Проведение стендовых и полигонных исследований
2. Методика обработки полной информации: составление вариационного и статистического рядов выборки: расчет сдвига начала рассеивания, среднего значения и характеристики рассеивания показателя надежности

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 11**

1. Проведение эксплуатационных исследований
2. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания. Методы и средства изучения износов. Методы повышения износостойкости

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 12**

1. Расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки переноса
2. Охарактеризуйте связь между качеством технического объекта и его надежностью

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 13**

1. Различие между безотказностью и долговечностью. Ремонтпригодность. Свойства объекта, характеризующие ремонтпригодность
2. Проведение диагностических исследований

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 14**

1. Расчет критерия согласия и выбор теоретического закона распределения; определение параметров теоретического закона распределения
2. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 1

**Экзаменационный билет № 15**

1. Единичные показатели ремонтпригодности
2. Методика обработки усеченной информации

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**3.4.2. Комплект экзаменационных билетов для обучающихся очной формы обучения при проведении экзамена в конце 2-го семестра.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 1**

1. Адекватность модели оригиналу
2. Область применения имитационных моделей

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 2**

1. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов
2. Сопоставление и проверка результатов экспериментов

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 3**

1. Случайные функции
2. Математическое описание процесса изменения параметра состояния элемента машины

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 4**

1. Детерминированная связь между изменением параметров состояния элементов машины
2. Учет влияния общего числа объектов в данной зоне. Оптимизация числа объектов наблюдений

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 5**

1. Прогнозирование по среднему статистическому изменению параметра
2. Определение числа объектов наблюдений

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 6**

1. Расчет ошибок измерения
2. Методика обработки опытных данных при изучении динамики состояния машин в лабораторных и полевых условиях

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 7**

1. Связь между изменением параметров состояния элементов машин
2. Рандомизация опытов

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 8**

1. Стохастическая связь между изменением параметров элементов машины
2. Выбор критерия оптимизации

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 9**

1. Основные задачи, решаемые магистром с применением знаний в области надежности с.-х. техники
2. Математическое моделирование по результатам проведенных экспериментов технических средств

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 10**

1. Детерминированная связь между изменением параметров состояния элементов машины
2. Аппроксимация изменения параметра состояния элементов машин

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 11**

1. Синтезирование прогнозов
2. Сущность задачи технического диагностирования

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 12**

1. Базовый вариант решения задачи при оптимизации параметров состояния при диагностировании машин
2. Прогнозирование по реализации изменения параметра

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 13**

1. Изменение параметров в виде негладких кривых
2. Факторы, оказывающие влияние на процесс изменения параметра

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 14**

1. Передаточные функции и уравнения, полученные в результате математического моделирования
2. Прогнозирование состояния тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Очная	Курс	1	Семестр 2

**Экзаменационный билет № 15**

1. Методика планирования экспериментов для построения многофакторных моделей
2. Метод статического моделирования

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**3.4.3 Комплект экзаменационных билетов для обучающихся заочной формы обучения**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 1**

1. Классификация научных исследований
2. Методы контроля и обеспечения работы при эксплуатации машинно-тракторного парка

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 2**

1. Пути повышения эффективности производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка
2. Роль науки в повышении эффективности производственной и технической эксплуатации машинно-тракторного парка

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 3**

1. Классификация опытно-конструкторских работ
2. Законы, характеризующие работоспособность транспортных средств, технологических машин и оборудования

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 4**

1. Методология и структура научного исследования
2. Ремонтпригодность. Свойства объекта, характеризующие ремонтпригодность. Требования к ремонтпригодности с.-х. техники

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 5**

1. Общие требования к методам научных исследований
2. Усталостные разрушения деталей машин. Сущность и закономерность процесса разрушений. Методы повышения усталостной прочности

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 6**

1. Математическое моделирование систем
2. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты. Понятие о ремонте, ресурсе, наработке

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 7**

1. Методика обработки усеченной информации
2. Дайте характеристику единичных, комплексных, расчетных, экспериментальных, групповых и индивидуальных показатели надежности

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 8**

1. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования
2. Построение графиков рассеивания опытных значений показателя надежности статистической выборки и выравнивание их теоретическими законами нормального распределения и распределения Вейбулла

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 9**

1. Сбор статистической информации о надежности объектов. Полная, усеченная и многократно усеченная информации
2. Основные причины отказов сельскохозяйственной техники

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 10**

1. Проведение стендовых и полигонных исследований
2. Методика обработки полной информации: составление вариационного и статистического рядов выборки: расчет сдвига начала рассеивания, среднего значения и характеристики рассеивания показателя надежности

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический
Кафедра	технического сервиса и механики
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК
Форма обучения	Заочная                      Курс                      1                      Семестр

**Экзаменационный билет № 11**

1. Проведение эксплуатационных исследований
2. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания. Методы и средства изучения износов. Методы повышения износостойкости

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический
Кафедра	технического сервиса и механики
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК
Форма обучения	Заочная                      Курс                      1                      Семестр

**Экзаменационный билет № 12**

1. Расчет доверительных границ рассеивания показателя надежности и относительной ошибки переноса
2. Охарактеризуйте связь между качеством технического объекта и его надежностью

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 13**

1. Различие между безотказностью и долговечностью. Ремонтпригодность. Свойства объекта, характеризующие ремонтпригодность
2. Проведение диагностических исследований

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 14**

1. Расчет критерия согласия и выбор теоретического закона распределения; определение параметров теоретического закона распределения
2. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений и методы их обоснования

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 15**

1. Единичные показатели ремонтпригодности
2. Методика обработки усеченной информации

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 16**

1. Адекватность модели оригиналу
2. Область применения имитационных моделей

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 17**

1. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов
2. Сопоставление и проверка результатов экспериментов

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 18**

1. Случайные функции
2. Математическое описание процесса изменения параметра состояния элемента машины

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 19**

1. Детерминированная связь между изменением параметров состояния элементов машины
2. Учет влияния общего числа объектов в данной зоне. Оптимизация числа объектов наблюдений

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 20**

1. Прогнозирование по среднему статистическому изменению параметра
2. Определение числа объектов наблюдений

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 21**

1. Расчет ошибок измерения
2. Методика обработки опытных данных при изучении динамики состояния машин в лабораторных и полевых условиях

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 22**

1. Связь между изменением параметров состояния элементов машин
2. Рандомизация опытов

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 23**

1. Стохастическая связь между изменением параметров элементов машины
2. Выбор критерия оптимизации

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 24**

1. Основные задачи, решаемые магистром с применением знаний в области надежности с.-х. техники
2. Математическое моделирование по результатам проведенных экспериментов технических средств

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 25**

1. Детерминированная связь между изменением параметров состояния элементов машины
2. Аппроксимация изменения параметра состояния элементов машин

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 26**

1. Синтезирование прогнозов
2. Сущность задачи технического диагностирования

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 27**

1. Базовый вариант решения задачи при оптимизации параметров состояния при диагностировании машин
2. Прогнозирование по реализации изменения параметра

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 28**

1. Изменение параметров в виде негладких кривых
2. Факторы, оказывающие влияние на процесс изменения параметра

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 29**

1. Передаточные функции и уравнения, полученные в результате математического моделирования
2. Прогнозирование состояния тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет»**

Факультет	Инженерно-экономический			
Кафедра	технического сервиса и механики			
Специальность (направление)	35.03.06 Агроинженерия			
Дисциплина	Методика экспериментальных исследований технических средств в АПК			
Форма обучения	Заочная	Курс	1	Семестр

**Экзаменационный билет № 30**

1. Методика планирования экспериментов для построения многофакторных моделей
2. Метод статического моделирования

Утверждаю:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Терентьев  
(подпись)

### **3.4.4. Методические материалы**

#### **3.4.4.1. Проведение промежуточной аттестации обучающихся очной формы обучения**

Проведение промежуточной аттестации проводится в соответствии с положением ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации». Экзамен проводится в конце первого и второго семестров в письменной форме. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Для ответа на билет обучающемуся отводится один астрономический час. Если по результатам ответа у обучающегося выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. Для того, чтобы получить допуск к экзамену обучающийся должен набрать не менее 36 баллов в течение семестра, т.е. не менее 60% баллов от максимально возможного количества за работу в течение семестра. Обучающиеся, набравшие в течение семестра более 60 баллов, могут быть освобождены от экзамена. Максимальное число баллов, которое обучающийся может набрать на экзамене – 40 баллов. Обучающийся считается прошедшим промежуточную аттестацию, если на экзамене он набрал не менее 24 баллов. Далее баллы, набранные обучающимся в течение семестра, суммируются с баллами, набранными в ходе проведения промежуточного контроля (экзамена), и выводится итоговая оценка, которую обучающийся получает на экзамене. При определении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

- обучающийся набрал менее 60 баллов – оценка «неудовлетворительно»;
- обучающийся набрал 60 – 74 баллов – оценка «удовлетворительно»;
- обучающийся набрал 75 – 89 баллов – оценка «хорошо»;
- обучающийся набрал 90 – 100 баллов – оценка «отлично».

#### **3.4.4.2. Проведение промежуточной аттестации обучающихся заочной формы обучения**

Проведение промежуточной аттестации проводится в соответствии с положениями ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации», ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся». Экзамен проводится после изучения дисциплины в период сессии в письменной форме. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Для ответа на билет обучающемуся отводится один астрономический час. Если по результатам ответа у обучающегося выходит спорная оценка, то проводится дополнительное устное собеседование. Для того, чтобы получить допуск к экзамену обучающийся должен набрать не менее 36 баллов в период изучения дисциплины, т.е. не менее 60% баллов от максимально возможного количества за работу. Обучающиеся, набравшие в период изучения дисциплины более 60 баллов, могут быть освобождены от экзамена. Максимальное число баллов, которое обучающийся может набрать на экзамене – 40 баллов. Обучающийся считается прошедшим промежуточную аттестацию, если на экзамене он набрал не менее 24 баллов. Далее баллы, набранные обучающимся в период изучения дисциплины, суммируются с баллами, набранными в ходе проведения промежуточного контроля (экзамена), и выводится итоговая оценка, которую обучающийся получает на экзамене. При определении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

- обучающийся набрал менее 60 баллов – оценка «неудовлетворительно»;
- обучающийся набрал 60 – 74 баллов – оценка «удовлетворительно»;
- обучающийся набрал 75 – 89 баллов – оценка «хорошо»;
- обучающийся набрал 90 – 100 баллов – оценка «отлично».

### 3.4.5. Пример экзаменационного билета

#### Экзаменационный билет

1. Передаточные функции и уравнения, полученные в результате математического моделирования.
2. Область применения имитационных моделей.

### 3.4.6. Пример отличного ответа на экзаменационный билет

#### Ответ на первый вопрос билета.

Передаточной функцией системы называется отношение выходной величины ко входной, представленных в операторной форме или в функции комплексного переменного  $P$ . Передаточная функция описывает динамические свойства звена или системы.

Множество и специфика решаемых при анализе задач часто приводит к противоречивым требованиям к математическим моделям (ММ), применяемым при исследовании, что вызывает необходимость использования различных форм записи передаточных функций (ПФ).

Математические модели должны отражать физический смысл и причинно-следственную связь преобразования входных воздействий в выходные сигналы и одновременно быть удобным и действенным средством решения задач анализа и синтеза систем, эффективным средством, как при проектировании систем, так и при реализации управляющих воздействий в них.

Как показывает анализ, для записи передаточных функций в изображениях по Лапласу в теории автоматического управления наиболее часто используются следующие три формы:

- полиномиальная форма;
- факторизованная форма;
- стандартная форма.

Для исследования сложных систем предлагается ввести понятие стандартно-факторизованной формы ПФ. Для сокращённой записи моделей сложных нелинейных систем используются передаточные функции в операторной форме. Таким образом, для исследования, анализа и синтеза систем на основании выше изложенного предлагается систематизация передаточных функций, показанная на рисунке 1.





## Рисунок 1. – Формы передаточных функций

Передаточные функции, представленные в различных формах, отражают механизм преобразования входного воздействия в выходную координату для одной и той же системы и поэтому тождественно равны между собой.

Передаточная функция полиномиальной формы следует непосредственно из математической модели системы в виде дифференциального уравнения (ДУ) общего вида. Она представляет собой дробно-рациональную функцию, задаваемую в виде отношения полиномов канонической формы записи

$$W(s) = \frac{B(s)}{A(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0} \quad (1)$$

Эта форма ПФ эффективно используется при оценке устойчивости системы, преобразовании к моделям в виде дифференциальных уравнений общего вида и «Вход – состояние – выход» нормальной формы, не требует для представления моделями в виде дифференциальных уравнений сложных вычислений, записывается уравнениями с действительными коэффициентами и при комплексных корнях характеристического уравнения.

Однако, ПФ в полиномиальной форме (1), описывая системы в целом, не позволяет выявить структуру преобразования воздействий в системе, детализировать исследования сложных топологий систем. Коэффициенты моделей в этой форме записи не имеют ясного физического смысла, а непосредственный аналитический переход к временным характеристикам затруднён и требует дополнительных вычислений.

Передаточная функция стандартной формы – это представление передаточной функции в виде произведения статического коэффициента передачи  $K$  и отношения полиномов со свободными членами, равными единице

$$W(s) = \frac{K(T_m s^m + T_{m-1} s^{m-1} + \dots + T_1 s + 1)}{T_n s^n + T_{n-1} s^{n-1} + \dots + T_1 s + 1} \quad (2)$$

Переход к передаточной функции стандартной формы (2) позволяет получить модель, в которой параметры ПФ – коэффициенты  $K$  и  $T$  имеют ясный физический смысл. Статический коэффициент передачи  $K$  – это степень преобразования входного воздействия в выходную переменную системы в статическом режиме, а постоянная времени  $T$  характеризует быстродействие элементов или системы в целом и имеет размерность времени  $[T] = \text{с}$ .

Вместе с тем в такой форме записи ПФ сохраняется низкий уровень структурированности математической модели системы на отдельные звенья и трудности аналитического вычисления временных характеристик (нахождение обратного преобразования Лапласа).

Разложение полиномов числителя  $B(s) = b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0$  и знаменателя  $A(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0$  ПФ в соответствии с основной теоремой алгебры (теоремой Безу) на простые множители через нули  $\gamma_j$  и полюса  $s_i$

$$B(s) = b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0 = b_m \prod_{j=1}^m (s - \gamma_j) ;$$

$$A(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0 = a_n \prod_{i=1}^n (s - s_i)$$

позволяет перейти к ПФ факторизованной формы

$$W(s) = \frac{k(s - \gamma_1)(s - \gamma_2) \dots (s - \gamma_m)}{(s - s_1)(s - s_2) \dots (s - s_n)} . \quad (3)$$

Передаточная функция факторизованной формы (3) позволяет представить целостную систему как совокупность последовательно соединённых элементарных звеньев, имеющих простейшие ПФ, а её разложение на простые дроби

$$W(s) = \frac{C_1}{(s - s_1)} + \frac{C_2}{(s - s_2)} + \dots + \frac{C_n}{(s - s_n)}$$

Представления ПФ в виде последовательного или параллельного соединения простейших элементарных звеньев зачастую упрощает анализ и синтез. Обратное преобразование Лапласа от простых дробей имеет табличную форму, что позволяет легко находить временные характеристики системы любой сложности. Кроме того, эта форма записи ПФ обеспечивает переход к ММ в пространстве состояний канонической формы с диагональной матрицей состояния  $A$  со всеми вытекающими из этого преимуществами (независимость переменных состояний друг от друга, простота обращения матрицы, удобство решения задач анализа и синтеза).

Хотя переход к ПФ канонической формы и связан с вычислениями, однако параметры ПФ канонической формы несут более богатую информацию о свойствах системы. Действительно, для линейных систем значения полюсов передаточной функции позволяют не только судить о необходимых условиях устойчивости, но и определяют достаточные условия устойчивости системы в целом, в полной мере отражают свойства системы, позволяют сравнительно просто определять характер переходных процессов в системе.

Вместе с тем, параметры ПФ в канонической форме не в полной мере отражают физический смысл. Коэффициент пропорциональности  $k$  здесь не имеет никакого физического смысла.

Сочетание достоинств стандартной и канонической форм записи ПФ достигается представлением передаточных функций в стандартно-факторизованной форме

$$W(s) = \frac{K(T_{11}s + 1)(T_{12}s + 1) \dots (T_{1m}s + 1)}{(T_1s + 1)(T_2s + 1) \dots (T_ns + 1)} \quad (7)$$

Передаточная функция стандартно-факторизованной формы (7) объединяет удобство анализа и синтеза системы, структурированность их ММ с ясным физическим смыслом параметров ПФ (статический коэффициент передачи  $K$  отражает степень преобразования входного воздействия в выходную переменную системы в статическом режиме, а постоянные времени  $T$  характеризуют быстрдействие или время протекания переходных процессов в отдельных элементах системы).

Ответ на второй вопрос билета.

При **имитационном** моделировании реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени. Имитируются элементарные явления,

составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени.

Основным преимуществом имитационных моделей по сравнению с аналитическими является возможность решения более сложных задач.

Имитационные модели позволяют легко учитывать наличие дискретных или непрерывных элементов, нелинейные характеристики, случайные воздействия и др. Поэтому этот метод широко применяется на этапе проектирования сложных систем. Основным средством реализации имитационного моделирования служит ЭВМ, позволяющая осуществлять цифровое моделирование систем и сигналов.

В связи с этим определим словосочетание «**компьютерное моделирование**», которое все чаще используется в литературе. Будем полагать, что **компьютерное моделирование** - это математическое моделирование с использованием средств вычислительной техники. Соответственно, технология компьютерного моделирования предполагает выполнение следующих действий:

- 1) определение цели моделирования;
- 2) разработка концептуальной модели;
- 3) формализация модели;
- 4) программная реализация модели;
- 5) планирование модельных экспериментов;
- 6) реализация плана эксперимента;
- 7) анализ и интерпретация результатов моделирования.

Содержание первых двух этапов практически не зависит от математического метода, положенного в основу моделирования (и даже наоборот - их результат определяет выбор метода). А вот реализация остальных пяти этапов существенно различается для аналитического и имитационного моделирования.

При **имитационном моделировании** используемая ММ воспроизводит алгоритм («логику») функционирования исследуемой системы во времени при различных сочетаниях значений параметров системы и внешней среды.

Примером простейшей аналитической модели может служить уравнение прямолинейного равномерного движения. При исследовании такого процесса, а с помощью имитационной модели должно быть реализовано наблюдение за изменением пройденного пути с течением времени. Очевидно, в одних случаях более предпочтительным является аналитическое моделирование, в других - имитационное (или сочетание того и другого). Чтобы выбор был удачным, необходимо ответить на два вопроса.

С какой целью проводится моделирование.

К какому классу может быть отнесено моделируемое явление.

Ответы на оба эти вопроса могут быть получены в ходе выполнения двух первых этапов моделирования.

Имитационные модели не только по свойствам, но и по структуре соответствуют моделируемому объекту. При этом имеется однозначное и явное соответствие между процессами, получаемыми на модели, и процессами, протекающими на объекте. Недостатком имитационного моделирования является большое время решения задачи для получения хорошей точности.

Результаты имитационного моделирования работы стохастической системы являются реализациями случайных величин или процессов. Поэтому для нахождения характеристик системы требуется многократное повторение и последующая обработка данных. Чаще всего в этом случае применяется разновидность имитационного моделирования – **статистическое моделирование** (или метод Монте-Карло), т.е. воспроизведение в моделях случайных факторов, событий, величин, процессов, полей.

По результатам статистического моделирования определяют оценки вероятностных критериев качества, общих и частных, характеризующих функционирование и эффективность управляемой системы. Статистическое моделирование широко

применяется для решения научных и прикладных задач в различных областях науки и техники. Методы статистического моделирования широко применяются при исследовании сложных динамических систем, оценке их функционирования и эффективности.

Заключительный этап статистического моделирования основан на математической обработке полученных результатов. Здесь используют методы математической статистики (параметрическое и непараметрическое оценивание, проверку гипотез). Примером параметрической оценки является выборочное среднее показателя эффективности. Среди непараметрических методов большое распространение получил **метод гистограмм**.

Рассмотренная схема основана на многократных статистических испытаниях системы и методах статистики независимых случайных величин. Эта схема является далеко не всегда естественной на практике и оптимальной по затратам. Сокращение времени испытания систем может быть достигнуто за счет использования более точных методов оценивания. Как известно из математической статистики, наибольшую точность при заданном объеме выборки имеют эффективные оценки. Оптимальная фильтрация и метод максимального правдоподобия дают общий метод получения таких оценок. В задачах статистического моделирования обработка реализаций случайных процессов необходима не только для анализа выходных процессов.

Весьма важен также и контроль характеристик входных случайных воздействий. Контроль заключается в проверке соответствия распределений генерируемых процессов заданным распределениям. Эта задача часто формулируется как **задача проверки гипотез**.

Общей тенденцией моделирования с использованием ЭВМ у сложных управляемых систем является стремление к уменьшению времени моделирования, а также проведение исследований в реальном масштабе времени. Вычислительные алгоритмы удобно представлять в рекуррентной форме, допускающей их реализацию в темпе поступления текущей информации.