

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»  
Дата подписания: 26.11.2024 15:50:27  
Уникальный программный идентификатор:  
528682178e671e58bab03f01fe7ba2172735e13

Приложение 1.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

/ Макаров С.А./

« 26 » августа 20 19 г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ МАШИН В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Дисциплина

Направление подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) Технический сервис машин и оборудования

Квалификация выпускника Магистр

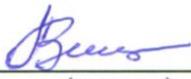
Нормативный срок обучения 2 года

Форма обучения Заочная

Кафедра-разработчик Техническое обеспечение АПК

Ведущий преподаватель Венскийтис В.В., доцент

Разработчик: доцент, Венскийтис В.В.

  
(подпись)

Саратов 2019

## Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП .....	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	4
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	7
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования .....	22

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Управление надежностью машин в агроинженерии» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 26 июля 2017 г. № 709, формируют следующую компетенцию указанную в таблице 1.

Таблица 1

### Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Управление надежностью машин в агроинженерии»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-2	Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу сложных технических систем при производстве продукции	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Осуществляет проверки работоспособности и настройки сложных технических систем при производстве продукции	2	лекции, лабораторные занятия, практические занятия	собеседование, доклад, лабораторная работа, типовой расчет, курсовой проект
ПК-20	Способен выполнять анализ и разрабатывать мероприятия по организации работ по повышению эффективности технической эксплуатации и ремонту сельскохозяйственной техники	ИД-1 <sub>ПК-20</sub> Анализирует и разрабатывает мероприятия по организации работ по повышению эффективности технической эксплуатации и ремонту сельскохозяйственной техники	2	лекции, лабораторные занятия, практические занятия	собеседование, доклад, лабораторная работа, типовой расчет, курсовой проект

Примечание: компетенции также формируются в ходе прохождения следующих практик:

ПК-2 – «Преддипломная практика», «Технологическая практика», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», а также в ходе «защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты»;

ПК-20 – «Производственная практика: НИР»; «Производственная практика: НИР», «Преддипломная практика», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», а также в ходе защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты».

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 2

### Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме	Перечень вопросов для проведения входного и текущего контроля знаний (рубежного контроля) обучающегося, а также для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине (включая вопросы по темам и разделам, самостоятельно изученным обучающимися).
2	лабораторная работа	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	лабораторные работы
3	практическое занятие	средство, направленное на закрепление теоретического материала и методики решения практических инженерных задач, в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях	комплект заданий для типовых расчетов

Таблица 3

### Программа оценивания контролируемой дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Общие понятия об управлении надёжностью машин.	ПК-2, ПК-20	Собеседование
2	Исследование и задание требований к надёжности перспективной технической системы.	ПК-2, ПК-20	Лабораторная работа
3	Разработка алгоритмов для вычисления	ПК-2, ПК-20	Типовой расчет

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	теоретических значений показателей ремонтпригодности типа «вероятность» и их оценок		
4	Конструкторские методы обеспечения надёжности элементов.	ПК-2, ПК-20	Собеседование
5	Исследование причин, механизмов снижения надёжности элементов и определение их видов изнашивания.	ПК-2, ПК-20	Лабораторная работа
6	Разработка алгоритмов для вычисления теоретических значений средних и гамма-процентных показателей долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности и их оценок	ПК-2, ПК-20	Типовой расчет
7	Исследование надёжности нерезервированных технических систем.	ПК-2, ПК-20	Лабораторная работа
8	Технологические методы обеспечения надёжности элементов.	ПК-2, ПК-20	Собеседование
9	Определение параметров плана испытаний.	ПК-2, ПК-20	Типовой расчет
10	Исследование возможностей обеспечения надёжности элементов на основе физических (параметрических) методов.	ПК-2, ПК-20	Лабораторная работа
11	Исследование свойств структурно резервированных технических систем при общем постоянном резервировании.	ПК-2, ПК-20	Лабораторная работа
12	Методы управления надёжностью машин при эксплуатации.	ПК-2, ПК-20	Собеседование
13	Анализ и оценка достаточности ЗИП.	ПК-2, ПК-20	Типовой расчет
14	Испытание материалов и покрытий на износостойкость.	ПК-2, ПК-20	Лабораторная работа
15	Прогнозирование надёжности машин.	ПК-2, ПК-20	Лабораторная работа

Таблица 4

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Управление надёжностью машин в агроинженерии» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-2, 3 семестр	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Осуществляет проверки работоспособности и настройки сложных технических си-	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в терминах надёжно-	обучающийся демонстрирует знания только основного материала терминов и определений	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание физических причин отказов и закономерностей деграда-

	<p>стем при производстве продукции</p>	<p>сти, причинах изменения технического состояния изделий, свойствах и показателях их надежности, планах испытания машин; допускает существенные ошибки при определении показателей надежности объектов; не умеет использовать методы теории вероятностей и математической статистики при расчете показателей надежности, допускает существенные ошибки при интерполяции, неуверенно, с большими затруднениями решает обыкновенные дифференциальные и интегральные уравнения, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено.</p>	<p>надежности, единичных и комплексных показателей изделий, но не знает связей между показателями, законов изменения надежности, допускает неточности в аналитических зависимостях, нарушает логическую последовательность в изложении причин возникновения отказов; демонстрирует в целом успешное, но не системное умение определять количественные показатели надежности; обучающийся плохо владеет навыками обеспечения надежности технических систем при их эксплуатации</p>	<p>при определении причин отказов; демонстрирует в целом успешное, но содержащее отдельные пробы, умение определять дефекты деталей; выбирать способы восстановления изделий, допускает не существенные ошибки при оценке показателей надежности, планировании испытаний; выбирает не рациональные способы обеспечения и восстановления работоспособности изделий; задания и самостоятельная работа, предусмотренные программой дисциплины выполнены полностью, но не совсем верно;</p>	<p>ции машин, единичных и комплексных показателей надежности, методов обеспечения надежности и оценки ее показателей, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; демонстрирует сформированное умение выбирать способы восстановления технических систем.</p>
<p>ПК-20, 3 семестр</p>	<p>ИД-1<sub>ПК-20</sub> Анализирует и разрабатывает мероприятия по организации работ по повышению эффективности технической эксплуатации и ремонту сельскохозяйственной техники</p>	<p>обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в методике обработки статистической информации; не умеет анализировать причины отказов изделий; не владеет навыками разработки мероприятий по обеспечению надежности объектов на стадии</p>	<p>обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей методики статистической обработки информации о надежности изделий, допускает неточности при анализе причин отказов, определении</p>	<p>обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей при анализе причин отказов, оценке показателей надежности изделий; демонстрирует в целом успешное, но содержащее отдельные</p>	<p>обучающийся демонстрирует знание методик анализа надежности объектов, выбора эффективных способов обеспечения надежности, хорошо ориентируется в материале, умеет разрабатывать мероприятия направленные на обеспече-</p>

		технической эксплуатации.	количественных показателей и разработке мероприятий обеспечения надежности.	пробелы, умение разрабатывать план мероприятий обеспечения надежности сельскохозяйственной техники	ния надежности сельскохозяйственной техники
--	--	---------------------------	---	--	---

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1. Лабораторная работа**

Лабораторная работа выполняется в течение одного-двух занятий и условно делится на три части: изучение теории и порядка выполнения работы, практическое выполнение и отчет по работе. Лабораторные занятия предусматривают краткий устный опрос в начале занятия для выяснения подготовленности студентов и выдачу задания каждому студенту, ознакомление обучающихся с общей методикой выполнения, проверку результатов.

Тематика лабораторных работ устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины.

#### **Перечень тем лабораторных работ:**

- Исследование и задание требований к надёжности перспективной технической системы.
- Исследование причин, механизмов снижения надёжности элементов и определение их видов изнашивания.
- Исследование надёжности резервированных технических систем.
- Исследование возможностей обеспечения надёжности элементов на основе физических (параметрических) методов.
- Исследование свойств структурно резервированных технических систем при общем постоянном резервировании.
- Испытание материалов и покрытий на износостойкость.
- Анализ существующей системы ТО и Р машин, эксплуатируемых в АПК.
- Прогнозирование надёжности машин.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Управление надёжностью машин в агроинженерии».

### 3.2. Типовой расчет

Тематика типовых расчетов устанавливается в соответствии с темами практических занятий представленных в рабочей программе дисциплины.

Пример варианта типового расчета.

Разработать алгоритм для вычисления теоретических значений показателей ремонтпригодности типа «вероятность» и их оценок.

К показателям ремонтпригодности типа «вероятность» относятся:  $P(t_B)$ ;  $\mu(t_B)$ ;  $f(t_B)$ ,  $q(t_B)$ . Определим показатель ремонтпригодности типа «вероятность» на примере вероятности восстановления  $P(t_B)$ , которой называют вероятность, того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданное значение.

Анализируя свойство ремонтпригодности, в качестве случайной величины используют время восстановления объекта  $t_B$ , а функция  $P(t_B)$  с точки зрения теории вероятностей представляет собой интегральную функцию распределения случайной величины  $t_B$ . В этом случае

$$P(t_B) = F(t_B) = P(t_B \leq t_B^3), \quad (3.1)$$

где  $t_B^3$  - заданное время восстановления.

Вероятность невосстановления объекта на заданном интервале  $[0, t_B^3]$ , то есть вероятность того, что  $t_B \geq t_B^3$ , равна

$$Q(t_B) = P(t_B \geq t_B^3) = 1 - P(t_B). \quad (3.2)$$

Плотность функции распределения вероятности восстановления вычисляется по уравнению

$$f(t_B) = P'(t_B) = \frac{dF(t_B)}{dt}. \quad (3.3)$$

Отсюда следует, что

$$P(t_B) = \int_0^{t_B^3} f(t_B) dt_B, \quad (3.4)$$

где  $f_B(t)$  – плотность распределения времени восстановления.

По статистическим данным оценка вероятности восстановления  $\bar{P}(t_B)$  за время  $t_B^3$  определяется как частость события  $t_B \leq t_B^3$ , то есть

$$\bar{P}(t_B) = \frac{m(t_B \leq t_B^3)}{r}, \quad (3.5)$$

где  $m$  – число объектов восстановленных за время не превышающее  $t_g^3$ ;  $r$  – общее число объектов требующих восстановления.

Или по уравнению

$$\bar{P}(t_g) = 1 - \frac{n_g(t + \Delta t)}{N_g(t + \Delta t)}, \quad (3.6)$$

где  $n_g(t + \Delta t)$  - число устройств, не восстановленных за промежуток времени от  $t$  до  $t + \Delta t$ ,  $N_g(t + \Delta t)$  - общее число устройств, подлежащих восстановлению за этот интервал времени.

Интенсивность восстановления – условная плотность вероятности восстановления работоспособности объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено.

Учитывая, что  $p(t) + q(t) = 1$ .

Интенсивность восстановления определяют по уравнению

$$\mu(t_g) = \frac{f(t_g)}{1 - P(t_g)} = \frac{P'(t_g)}{1 - P(t_g)} \quad (3.7)$$

При известных законах распределения времени восстановления  $\mu(t_g)$  определяется по формуле:

$$\mu(t_g) = \frac{f_g(t)}{1 - F_g(t)}, \quad (3.8)$$

где  $F_g(t)$  – функция распределения времени восстановления.

В условиях ЭЗР времени восстановления получим зависимости для определения показателей ремонтпригодности типа «вероятность»:

$$\begin{aligned} P(t_g) &= 1 - e^{-\mu t_g}; \\ f(t_g) &= \mu e^{-\mu t_g}; \\ \mu(t_g) &= \bar{\mu} \end{aligned} \quad (3.9)$$

Для ЗРВ показатели ремонтпригодности типа «вероятность» определяют по следующим уравнениям

$$\begin{aligned}
P(t_{\theta}) &= 1 - e^{-\left(\frac{t_{\theta} - t_{CM}}{a}\right)^{\theta}}; \\
f(t_{\theta}) &= \frac{\theta}{a} \cdot \left(\frac{t_{\theta} - t_{CM}}{a}\right)^{\theta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t_{\theta} - t_{CM}}{a}\right)^{\theta}}; \\
\mu(t_{\theta}) &= \frac{\theta}{a} \left(\frac{t_{\theta} - t_{CM}}{a}\right)^{\theta}
\end{aligned}
\tag{3.10}$$

Если вероятность восстановления распределена по закону Пуассона, то эту вероятность определяют по уравнению следующего вида:

$$P(t_B) = \frac{(\mu(t_B) \cdot t_B)^m}{m!} \cdot e^{-\mu(t_B) \cdot t_B},
\tag{3.11}$$

где  $\mu(t_B)$  – интенсивность восстановления;  $m$  – число восстановлений.

Статистическая оценка интенсивности восстановления из уравнения (3.7)

$$\bar{\mu}(t_{\theta}) = \frac{m(\Delta t_{\theta})}{r_{cp} \cdot \Delta t_{\theta}},$$

где  $\bar{\mu}(t_{\theta})$  – оценка интенсивности восстановления для середины интервала  $(\Delta t_B)$ , то есть к моменту  $(t_B + \Delta t_B)/2$ ;  $m(\Delta t_B)$  – число объектов восстановленных в интервале  $(\Delta t_B)$ ;  $r_{cp} = (r_1 + r_2)/2$  – среднее число невосстановленных объектов;  $r_1$  – число объектов невосстановленных к моменту  $(t_B)$ ;  $r_2$  – число объектов невосстановленных к моменту  $(t_B + \Delta t_B)$ .

Задача 1.

Найти вероятность восстановления системы при следующих исходных данных:  $\mu(t_B) = 0,5 \text{ ч}^{-1}$ ;  $m = 1; 2; 3; 4; 5$ ;  $t_B = 2 \text{ ч}$ . Вероятность восстановления системы подчиняется закону Пуассона.

Решение.

Для нахождения вероятности восстановления воспользуемся формулой (3.11). Получим:

$$\begin{aligned}
P(t_B) &= \frac{(0,5 \cdot 2)^1}{1!} \cdot e^{-0,5 \cdot 2} = 0,3679; \\
P(t_B) &= \frac{(0,5 \cdot 2)^2}{2!} \cdot e^{-0,5 \cdot 2} = 0,1839;
\end{aligned}$$

$$P(t_B) = \frac{(0,5 \cdot 2)^3}{3!} \cdot e^{-0,5 \cdot 2} = 0,0613;$$

$$P(t_B) = \frac{(0,5 \cdot 2)^4}{4!} \cdot e^{-0,5 \cdot 2} = 0,0153;$$

$$P(t_B) = \frac{(0,5 \cdot 2)^5}{5!} \cdot e^{-0,5 \cdot 2} = 0,00306.$$

### 3.3. Собеседование

Собеседование представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме или проблеме.

#### Примерный перечень тем для собеседования

1. Влияние эксплуатационных факторов на уровень надежности машин;
2. Классификация и характеристика отказов;
3. Показатели надежности невосстанавливаемых систем;
4. Показатели надежности восстанавливаемых систем;
5. Методы анализа надежности технических систем;
6. Анализ надежности восстанавливаемых систем с основным соединением элементов;
7. Закономерности изнашивания деталей машин;
7. Методы обеспечения надежности изделий в процессе проектирования;
8. Технологические методы обеспечения надежности изделий;
9. Способы поддержания надежности техники в процессе ее эксплуатации;
10. Оценка надежности технических систем по опытным данным;
11. Методика анализа надежности систем и их элементов по данным эксплуатации.

### 3.4. Текущий контроль

Целью проведения текущего контроля является проверка знаний по основным разделам дисциплины «Управление надежностью машин в агроинженерии».

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Различные подходы к управлению и их краткая характеристика.
2. Структура управления надёжностью.

3. Технология управления надёжностью.
4. Сущность прогнозирования. Область применения и классификация методов прогнозирования надёжности.
5. Прогнозирование надёжности машин на ранних стадиях их разработки по статистическим моделям (методика обоснования требований к уровню надёжности разрабатываемых объектов).
6. Согласование требований к надёжности.
7. Распределение требований к надёжности.
8. Анализ конструкторских методов обеспечения надёжности элементов и их краткая характеристика.
9. Физические методы обеспечения и расчёта надёжности элементов.
10. Анализ технологических методов обеспечения надёжности элементов и их краткая характеристика.
11. Перспективные технологические методы обеспечения надёжности элементов.
12. Классификация методов обеспечения надёжности систем.
13. Сущность и содержание структурных методов расчёта надёжности систем.
14. Обеспечение надёжности с использованием резервирования (классификация и выбор видов резервирования.).
15. Структурное резервирование и его классификация
16. Расчет показателей безотказности объектов с постоянным резервированием: формулировка задачи, расчёт ВБР для последовательно и параллельно соединённых элементов.
17. Методика расчёта показателей безотказности объектов со смешанным постоянным резервированием (изложить на конкретном примере).
18. Расчёт показателей безотказности с учётом изменения условий работы элементов.
19. Расчет показателей безотказности объектов при резервировании замещением: формулировка задачи, ССН объекта, расчётная зависимость, примеры резервирования.
20. Соотношение экспериментальных исследований и испытаний систем с их испытаниями на надёжность.
21. Общая классификация, цели и задачи испытаний на надёжность.
22. Программа и методика испытаний.
23. Планы испытаний на надёжность и их характеристика.
24. Методика выбора плана испытаний. Общая постановка задачи выбора плана испытаний
25. Определение средней продолжительности испытаний  $T_N$  по плану  $[NUN]$ .
26. Определение средней продолжительности испытаний  $Tr$   $[NUr]$ .
27. Определение средней продолжительности испытаний  $T_z$  по плану  $(NUz)$ .
28. Выбор оптимального плана испытаний

29. Методика определения параметров плана испытаний. Общая формулировка задачи.
30. Определение числа испытываемых систем  $N$  при определении средней наработки на отказ  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUN]$  для нормального закона распределения.
31. Определение числа испытываемых систем  $N$  при определении средней наработки на отказ  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUN]$  для экспоненциального закона распределения.
32. Определение числа испытываемых систем  $N$  при определении средней наработки на отказ  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUN]$  для закона распределения Вейбула.
33. Определение параметров  $N$  и  $r$  при оценке  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUT]$ .
34. Определение параметров  $N$  и  $T$  при оценке  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUT]$ .
35. Классификация и краткая характеристика методов управления надёжностью машин при эксплуатации.
36. Обоснование и корректировка регламентированной системы ТО и Р по периодичности (по наработке или календарному времени) и по объёму работ.
37. Характеристика системы ТО и Р по состоянию и роль технического диагностирования в этой системе.
38. Основные задачи и проблемы технического диагностирования.
39. Прогнозирование технического состояния машин статистическими методами (обобщённо-статистический метод) в процессе их эксплуатации.
40. Прогнозирование технического состояния машин статистическими методами (инструментально-статистический метод) в процессе их эксплуатации.
41. Определение допустимых значений параметров.
42. Различные подходы к обоснованию системы ТО и Р по состоянию.
43. Общая формулировка задачи обоснования ЗИП.
44. Расчёт количества однотипных элементов в комплекте ЗИП.

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Общие понятия о свойствах и показателях надёжности машин.
2. Определение показателей надёжности типа вероятность.
3. Определение показателей надёжности типа интенсивность.
4. Определение показателей надёжности типа среднее значение.
5. Определение показателей надёжности типа гамма-процент.
6. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов.
7. Комплексные показатели надёжности.
8. Причины и механизмы снижения надёжности элементов.
9. Обеспечение и оценка надёжности узлов трения.
10. Методика расчёта показателей безотказности при скользящем резервировании.
11. Методика расчёта показателей безотказности «голосующих» систем.
12. Обеспечение оптимальной долговечности машин.
13. Средства испытаний (устройства, приспособления, стенды и т. п.)

14. Классификация видов изнашивания деталей и их краткая характеристика.
15. Сущность, механизм абразивного изнашивания и методы его снижения.
16. Сущность, механизм усталостного изнашивания и методы его снижения.
17. Сущность, механизм кавитационного изнашивания и методы борьбы с ним.
18. Сущность и механизм изнашивания при заедании, его разновидности и методы борьбы с ним.
19. Сущность и механизм протекания фреттинг-коррозии, методы борьбы с ней.
20. Прогнозирование технического состояния элементов при эксплуатации статистическими методами (инструментально-индивидуальный метод).
21. Общая методика обработки полной информации при оценке показателей надежности.
22. Анализ исходной статистической информации о надежности, составление вариационного и статистического ряда износ деталей.
23. Определение числовых характеристик показателей надежности (среднего значения, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации) по вариационному и статистическому рядам.
24. Определение однородности статистической информации о надежности объекта.
25. Проверка правдоподобия выдвинутой гипотезы о предполагаемом законе распределения: сущность и критерии согласия.
26. Интервальная оценка и оценка ошибки переноса показателей надежности.

### **3.5. Курсовой проект**

Курсовой проект является отдельным видом самостоятельной работы обучающегося, выполняемой согласно учебному плану и требованиям к ее выполнению. Основная цель курсового проекта – закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных за время обучения, а также выработка умений и навыков самостоятельного применения обучающимися знаний для комплексного профессионального решения практических задач.

Курсовой проект должен удовлетворять следующим общим требованиям:

- целевая направленность;
- четкость построения;
- логическая последовательность изложения материала;
- полнота освещения отдельных вопросов;
- краткость и точность формулировок;
- убедительность аргументации;
- конкретность изложения результатов работы;
- доказательность выводов;
- обоснованность рекомендаций и их практическая направленность;
- грамотное оформление в соответствии с требованиями стандартов.

Тематика курсового проектирования устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины. Тема курсового проекта по дисциплине «Управление надежностью машин в агроинженерии» – «Управление надёжностью элементов машин технологическими методами».

Индивидуальные задания на проектирование выдаются обучающимся руководителем курсового проекта.

#### Пример индивидуального задания на проектирование

Исходные данные: деталь – стакан переднего моста 52-2302016-А трактора МТЗ-100, рис.107, дефекты 2, 3 – износ поверхностей до 62,05 и 94,85 мм соответственно.

Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов).

Введение

1. Конструкторско-технологическая характеристика детали и анализ условий ее работы.
  - 1.1. Эскиз и характеристика детали.
  - 1.2. Характеристика материала детали.
  - 1.3. Анализ условий эксплуатации и причин отказов анализируемой детали.
  - 1.4. Выбор технологических баз для восстановления детали.
2. Анализ и выбор рационального способа восстановления.
3. Разработка технологического процесса восстановления
  - 3.1. Обоснование схемы технологического процесса восстановления изношенной детали.
  - 3.2. Маршрутно-операционный технологический процесс восстановления.
  - 3.3. Расчет режимов обработки и нормирование работ.
4. Проектирование технологической оснастки для восстановления детали.
5. Техничко-экономические показатели проекта.

Заключение

Список литературы.

Приложение А: спецификация к сборочному чертежу.

Перечень графического материала с точным указанием обязательных чертежей:

1. Ремонтный чертёж детали – 1 лист, формат А2;
2. Схема технологического процесса – 1 лист, формат А2;
3. Сборочный чертёж проектируемого приспособления – 1 лист, формат А2;
4. Рабочие чертежи деталей приспособления – 1 лист, формат А2.

Курсовой проект выполняется в соответствии с требованиями методических указаний: Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине «Управление надёжностью машин в агроинженерии» для направления подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Сост.: В.В. Венский // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2019. – 43 с.

### 3.6. Промежуточная аттестация

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия по дисциплине «Управление надежностью машин в агроинженерии», предусмотрена промежуточная аттестация в виде экзамена.

Целью проведения промежуточной аттестации в виде экзамена является оценка качества освоения обучающимися объема учебной дисциплины после завершения ее изучения и получения соответствующих навыков.

### Вопросы выносимые на экзамен

1. Различные подходы к управлению и их краткая характеристика.
2. Структура управления надёжностью.
3. Технология управления надёжностью.
4. Сущность прогнозирования. Область применения и классификация методов прогнозирования надёжности.
5. Прогнозирование надёжности машин на ранних стадиях их разработки по статистическим моделям (методика обоснования требований к уровню надёжности разрабатываемых объектов).
6. Согласование требований к надёжности.
7. Распределение требований к надёжности.
8. Анализ конструкторских методов обеспечения надёжности элементов и их краткая характеристика.
9. Физические методы обеспечения и расчёта надёжности элементов.
10. Анализ технологических методов обеспечения надёжности элементов и их краткая характеристика.
11. Перспективные технологические методы обеспечения надёжности элементов.
12. Классификация методов обеспечения надёжности систем.
13. Сущность и содержание структурных методов расчёта надёжности систем.
14. Обеспечение надёжности с использованием резервирования (классификация и выбор видов резервирования.).
15. Структурное резервирование и его классификация
16. Расчет показателей безотказности объектов с постоянным резервированием: формулировка задачи, расчёт ВБР для последовательно и параллельно соединённых элементов.
17. Методика расчёта показателей безотказности объектов со смешанным постоянным резервированием (изложить на конкретном примере).
18. Расчёт показателей безотказности с учётом изменения условий работы элементов.
19. Расчет показателей безотказности объектов при резервировании замещением: формулировка задачи, ССН объекта, расчётная зависимость, примеры резервирования.
20. Общие понятия о свойствах и показателях надёжности машин.
21. Определение показателей надёжности типа вероятность.
22. Определение показателей надёжности типа интенсивность.
23. Определение показателей надёжности типа среднее значение.
24. Определение показателей надёжности типа гамма-процент.
25. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов.
26. Комплексные показатели надёжности.
27. Причины и механизмы снижения надёжности элементов.
28. Обеспечение и оценка надёжности узлов трения.
29. Методика расчёта показателей безотказности при скользящем резервировании.

30. Методика расчёта показателей безотказности «голосующих» систем.
31. Обеспечение оптимальной долговечности машин.
32. Соотношение экспериментальных исследований и испытаний систем с их испытаниями на надёжность.
33. Общая классификация, цели и задачи испытаний на надёжность.
34. Программа и методика испытаний.
35. Планы испытаний на надёжность и их характеристика.
36. Методика выбора плана испытаний. Общая постановка задачи выбора плана испытаний
37. Определение средней продолжительности испытаний  $T_N$  по плану  $[NUN]$ .
38. Определение средней продолжительности испытаний  $T_r$   $[NUr]$ .
39. Определение средней продолжительности испытаний  $T_z$  по плану  $(NUz)$ .
40. Выбор оптимального плана испытаний
41. Методика определения параметров плана испытаний. Общая формулировка задачи.
42. Определение числа испытываемых систем  $N$  при определении средней наработки на отказ  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUN]$  для нормального закона распределения.
43. Определение числа испытываемых систем  $N$  при определении средней наработки на отказ  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUN]$  для экспоненциального закона распределения.
44. Определение числа испытываемых систем  $N$  при определении средней наработки на отказ  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUN]$  для закона распределения Вейбула.
45. Определение параметров  $N$  и  $r$  при оценке  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUr]$ .
46. Определение параметров  $N$  и  $T$  при оценке  $\bar{T}_0$  по плану  $[NUT]$ .
47. Средства испытаний (устройства, приспособления, стенды и т. п.)
48. Классификация видов изнашивания деталей и их краткая характеристика.
49. Сущность, механизм абразивного изнашивания и методы его снижения.
50. Сущность, механизм усталостного изнашивания и методы его снижения.
51. Сущность, механизм кавитационного изнашивания и методы борьбы с ним.
52. Сущность и механизм изнашивания при заедании, его разновидности и методы борьбы с ним.
53. Сущность и механизм протекания фреттинг-коррозии, методы борьбы с ней.
54. Классификация и краткая характеристика методов управления надёжностью машин при эксплуатации.
55. Обоснование и корректировка регламентированной системы ТО и Р по периодичности (по наработке или календарному времени) и по объёму работ.
56. Характеристика системы ТО и Р по состоянию и роль технического диагностирования в этой системе.
57. Основные задачи и проблемы технического диагностирования.
58. Прогнозирование технического состояния машин статистическими методами (обобщённо-статистический метод) в процессе их эксплуатации.
59. Прогнозирование технического состояния машин статистическими методами (инструментально-статистический метод) в процессе их эксплуатации.

60. Определение допустимых значений параметров.
61. Различные подходы к обоснованию системы ТО и Р по состоянию.
62. Общая формулировка задачи обоснования ЗИП.
63. Расчёт количества однотипных элементов в комплекте ЗИП.
64. Прогнозирование технического состояния элементов статистическими методами (инструментально- индивидуальный метод) при их ремонте.
65. Общая методика обработки полной информации при оценке показателей надежности.
66. Анализ исходной статистической информации о надежности, составление вариационного и статистического ряда износостойкости деталей.
67. Определение числовых характеристик показателей надежности (среднего значения, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации) по вариационному и статистическому рядам.
68. Определение однородности статистической информации о надежности объекта.
69. Проверка правдоподобия выдвинутой гипотезы о предполагаемом законе распределения: сущность и критерии согласия.
70. Интервальная оценка и оценка ошибки переноса показателей надежности.

### 3.7. Ситуационная задача

В экзаменационных билетах присутствует ситуационная задача, которая предназначена для выявления способности обучающихся решать инженерные задачи с помощью предметных знаний, которые относятся к понятию методических ресурсов. Они позволяют представить предметные и метапредметные результаты образования в комплексе умений и навыков, основанных на знаниях за счёт усвоения разных способов деятельности, методов работы с информацией. Решение ситуационной задачи предполагает мобилизацию имеющихся у обучающихся знаний и опыта, полученных в ходе обучения, а также настроения и воли для выполнения задания – то есть быть компетентным, что отражает идеологию введения новых образовательных стандартов (ФГОС).

Ситуационная задача решается с помощью справочного материала, предоставляемого на экзамене.

Примеры ситуационных задач вносимых в экзаменационный билет, представлены:

По условию задачи для нерезервированной системы состоящей из трех элементов (подсистем) требуется определить  $T_1$ ,  $T_B$ ,  $K_r$ . Законы распределения времени до отказа и времени восстановления элементов, а также параметры этих законов приведены в табл.5

Таблица 5

**Варианты ситуационных задач**

Номер варианта	Номер элемента	Теоретический закон распределения времени до отказа элемента системы и его параметры	Теоретический закон распределения времени восстановления элемента системы и его параметры
1	1	$\Gamma(5; 40)$	$\text{Exp}(2)$

	2	$N(120; 30)$	$Exp(0,5)$
	3	$W(3; 200)$	$Exp(1,5)$
2	1	$\Gamma(10; 80)$	$Exp(2,5)$
	2	$N(100; 15)$	$Exp(0,5)$
	3	$W(2; 300)$	$Exp(3)$
3	1	$\Gamma(4; 30)$	$Exp(2)$
	2	$N(110; 20)$	$Exp(0,5)$
	3	$W(1,5; 100)$	$Exp(1,5)$
4	1	$\Gamma(5; 40)$	$Exp(2,3)$
	2	$N(120; 30)$	$Exp(0,7)$
	3	$W(3; 200)$	$Exp(1,8)$
5	1	$\Gamma(10; 80)$	$Exp(1,2)$
	2	$N(100; 15)$	$Exp(0,9)$
	3	$W(2; 300)$	$Exp(3,5)$
6	1	$\Gamma(4; 30)$	$Exp(2,2)$
	2	$N(110; 20)$	$Exp(2,4)$
	3	$W(1,5; 100)$	$Exp(1,5)$
7	1	$\Gamma(5; 40)$	$Exp(2)$
	2	$N(120; 30)$	$Exp(0,5)$
	3	$\Gamma(5; 40)$	$Exp(1,5)$
8	1	$N(120; 30)$	$Exp(2,1)$
	2	$W(3; 200)$	$Exp(0,75)$
	3	$\Gamma(10; 80)$	$Exp(1,8)$
9	1	$N(100; 15)$	$Exp(2)$
	2	$W(2; 300)$	$Exp(0,6)$
	3	$\Gamma(4; 30)$	$Exp(1,9)$
10	1	$N(110; 20)$	$Exp(2)$
	2	$W(1,5; 100)$	$Exp(1,5)$
	3	$\Gamma(5; 40)$	$Exp(2,5)$

Примечание: в таблице приняты следующие обозначения законов распределения и их параметров.  $W(b; a)$  – Вейбулла-Гнеденко;  $N(m; \sigma)$  – Нормальное;  $\Gamma(\alpha, \beta)$  – гамма;  $Exp(\mu)$  – экспоненциальное

### Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»

Кафедра «Техническое обеспечение АПК»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

по дисциплине: «Управление надежностью машин в агроинженерии»

1. Различные подходы к управлению и их краткая характеристика.
2. Соотношение экспериментальных исследований и испытаний систем с их испытаниями на надёжность.
3. Определение допустимых значений параметров. Сущность и причины обострения проблемы надежности.

1	0,8	$N(2250; 0,3)$	2250	30
---	-----	----------------	------	----

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

##### 4.1. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Управление надежностью машин в агроинженерии» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного, итогового контролей и фонды контрольных заданий для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

##### 4.2. Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 5.

Таблица 5

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*			Описание
	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	
<b>высокий</b>	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<b>базовый</b>	«хорошо»	«зачтено»	«зачтено (хорошо)»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<b>пороговый</b>	«удовлетворительно»	«зачтено»	«зачтено (удовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой,

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*			Описание
				рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«неудовлетворительно»	«не зачтено»	«не зачтено (неудовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

\* - форма промежуточной аттестации в семестре определяется в соответствии с таблицей 2 рабочей программы дисциплины (модуля)

#### 4.2.1. Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

В процессе собеседования обучающийся демонстрирует:

**знания:** материала, изученного по рассматриваемой теме, а также других вопросов, логически связанных с данной темой.

**умения:** сформированное умение работать с изученной информацией, принимать правильные решения в рамках рассматриваемой темы, предлагать оптимальные варианты решения поставленных задач.

**владение навыками:** решения профессиональных задач в рамках рассматриваемой тематики.

#### Критерии оценки

<b>отлично</b>	<p>обучающийся демонстрирует знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– терминов и определений надежности технических систем; физических причин повреждений и отказов изделий в процессе их эксплуатации, закономерностей изнашивания и разрушения элементов машин, единичных и комплексных показателей надежности, методов обеспечения надежности, методов оценки показателей надежности, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий</li> <li>– умение применять методы оценки показателей надежности по результатам испытаний; определять виды изнашивания деталей и выбирать типовые технологические процессы их восстановления;</li> <li>– успешное и системное владение навыками оценки и обеспечения надежности технических систем при их эксплуатации и капитальном ремонте.</li> </ul>
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знание материала, не допускает существенных неточностей при определении причин отказов и количественных показателей надежности объектов анализа;</li> <li>– в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение определять точечные и интервальные оценки показателей надежности изделий по результатам испытаний; определять виды изнашивания и разрушения деталей; выбирать способы обеспечения надежности и восстановления изделий; допускает не существенные ошибки при выборе плана испытаний; выбирает не рациональные способы обеспечения и восстановления работоспособности изделий; задания и самостоятельная работа, предусмотренные программой дисциплины выполнены полностью, но не совсем верно;</li> <li>– в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками оценки и обеспечения надежности технических систем.</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знания только основного материала терминов и определений надежности, показателей восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем, но не знает соотношений между показателями, законов изменения надежности, допускает неточности в аналитических зависимостях, нарушает логическую последовательность в изложении причин возникновения отказов;</li> <li>– в целом успешное, но не системное умение оценивать показатели надежности типа «вероятность», «среднее значение», «гамма-процент», а также параметры распределения используя метод моментов, метод квантилей и графический метод;</li> <li>– слабое владение навыками оценки и обеспечения надежности технических систем при их эксплуатации и капитальном ремонте.</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в терминах надежности, причинах изменения технического состояния машин и оборудования, свойствах и показателях их надежности, не знает планы испытания сельскохозяйственной техники, методику обработки статистической информации, допускает существенные ошибки при определении показателей надежности объектов;</li> <li>– не умеет использовать методы теории вероятностей и математической статистики при расчете показателей надежности, допускает существенные ошибки при интерполяции, неуверенно, с большими затруднениями решает обыкновенные дифференциальные и интегральные уравнения, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>– не владеет навыками оценки и обеспечения надежности технических систем при их эксплуатации и капитальном ремонте.</li> </ul>

#### 4.2.2. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** материала, изученного в ходе выполнения лабораторной работы;

**умения:** эффективно работать с информацией, полученной в ходе лабораторных исследований, принимать правильные решения в рамках рассматриваемой темы;

**владение навыками:** решения профессиональных задач на основе знаний и умений, полученных в ходе выполнения лабораторной работы.

### Критерии оценки выполнения лабораторных работ

<b>отлично</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знания теоретического материала по соответствующей теме лабораторной работы;</li> <li>– знание алгоритма выполнения лабораторной работы;</li> <li>– правильное выполнение практической части лабораторной работы;</li> <li>– надлежащим образом выполненный отчет по лабораторной работе;</li> <li>– правильные ответы на контрольные вопросы к лабораторной работе.</li> </ul>
<b>хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знания теоретического материала по соответствующей теме лабораторной работы;</li> <li>– знание алгоритма выполнения лабораторной работы;</li> <li>– правильное выполнение практической части лабораторной работы с незначительными замечаниями;</li> <li>– отчет по лабораторной работе, выполненный с незначительными замечаниями;</li> <li>– правильные ответы на контрольные вопросы к лабораторной работе.</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– поверхностное знание теоретического материала по соответствующей теме лабораторной работы;</li> <li>– отсутствие владения алгоритмом выполнения лабораторной работы;</li> <li>– выполнение практической части лабораторной работы с замечаниями, требующими доработок;</li> <li>– отчет по лабораторной работе, выполнен небрежно со значительными замечаниями;</li> <li>– правильные ответы только на часть контрольных вопросов к лабораторной работе.</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отсутствие теоретических знаний по лабораторной работе;</li> <li>– неправильный результат выполнения лабораторной работы;</li> <li>– либо отсутствие выполнения отчета, либо отчет выполнен с нарушением требований.</li> </ul>

#### 4.2.3. Критерии оценки устного ответа при текущем контроле

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** терминов и определений, причин отказов изделий, закономерностей изнашивания, методов оценки и обеспечения надежности;

**умения:** применять методы оценки показателей надежности по результатам испытаний; определять виды изнашивания деталей и выбирать типовые технологические процессы их восстановления;

**владение навыками:** оценки и обеспечения надежности технических систем.

#### Критерии оценки

<b>Отлично</b>	обучающийся демонстрирует знание:
----------------	-----------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– терминов и определений надежности технических систем; физических причин повреждений и отказов изделий в процессе их эксплуатации, закономерностей изнашивания и разрушения элементов машин, единичных и комплексных показателей надежности, методов обеспечения надежности, методов оценки показателей надежности, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий</li> <li>– умение применять методы оценки показателей надежности по результатам испытаний; определять виды изнашивания деталей и выбирать типовые технологические процессы их восстановления;</li> <li>– успешное и системное владение навыками оценки и обеспечения надежности технических систем при их эксплуатации и капитальном ремонте.</li> </ul>
<b>Хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знание материала, не допускает существенных неточностей при определении причин отказов и количественных показателей надежности объектов анализа;</li> <li>– в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение определять точечные и интервальные оценки показателей надежности изделий по результатам испытаний; определять виды изнашивания и разрушения деталей; выбирать способы обеспечения надежности и восстановления изделий; допускает не существенные ошибки при выборе плана испытаний; выбирает не рациональные способы обеспечения и восстановления работоспособности изделий; задания и самостоятельная работа, предусмотренные программой дисциплины выполнены полностью, но не совсем верно;</li> <li>– в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками оценки и обеспечения надежности технических систем.</li> </ul>
<b>Удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знания только основного материала терминов и определений надежности, показателей восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем, но не знает соотношений между показателями, законов изменения надежности, допускает неточности в аналитических зависимостях, нарушает логическую последовательность в изложении причин возникновения отказов;</li> <li>– в целом успешное, но не системное умение оценивать показатели надежности типа «вероятность», «среднее значение», «гамма-процент», а также параметры распределения используя метод моментов, метод квантилей и графический метод;</li> <li>– слабое владение навыками оценки и обеспечения надежности технических систем при их эксплуатации и капитальном ремонте.</li> </ul>
<b>Неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не знает значительной части программного материала, плохо в нем ориентируется и не знает практику его применения, а также допускает существенные ошибки;</li> <li>– не умеет определять уровень надежности анализируемых объектов, планировать и проводить испытания, разрабатывать мероприятия обеспечивающие требуемый уровень надежности;</li> <li>– обучающийся не владеет навыками работы с нормативной, технической и проектной документацией; принятия профессиональных</li> </ul>

	решений в области надежности проектируемых или модернизируемых изделий, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий предусмотренных программой дисциплины не выполнено
--	--

#### 4.2.4. Критерии оценки выполнения типовых расчетов

При выполнении типовых расчетов обучающийся демонстрирует **знания:** теоретического материала по соответствующей теме практического занятия и алгоритма выполнения расчета;

**умения:** применять методы расчета показателей надежности;

**владение навыками:** определения теоретических значений показателей надежности и их оценок используя полную, усеченную и многократно усеченную информацию.

#### Критерии оценки выполнения типовых расчетов

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>– знания теоретического материала по соответствующей теме практического занятия и алгоритма выполнения расчета;</li> <li>– умение применять методы расчета показателей надежности;</li> <li>– владение навыками: определения теоретических значений показателей надежности и их оценок.</li> </ul>
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>– знание материала, не допускает существенных неточностей при определении количественных показателей надежности объектов;</li> <li>– в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение определять точечные и интервальные оценки показателей надежности изделий по результатам испытаний; допускает не существенные ошибки при выборе плана испытаний; выбирает не рациональные способы обеспечения работоспособности изделий; задания предусмотренные программой дисциплины выполнены полностью, но не совсем верно;</li> <li>– в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками оценки и обеспечения надежности технических систем.</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>– поверхностное знание теоретического материала по соответствующей теме практического занятия, допускает неточности в аналитических зависимостях, нарушает логическую последовательность в изложении алгоритмов расчета показателей надежности;</li> <li>– в целом успешное, но не системное умение определять точечные и интервальные оценки показателей надежности, а также параметры распределения используя полную, усеченную и многократно усеченную информацию;</li> <li>– слабое владение навыками оценки и обеспечения надежности технических систем при их эксплуатации и ремонте.</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>– не знает последовательность расчета и допускает существенные ошибки в расчетах;</li> <li>– не умеет определять уровень надежности анализируемых объектов, планировать испытания машин, разрабатывать мероприятия обеспечивающие требуемый уровень надежности;</li> <li>– обучающийся не владеет навыками работы с нормативной, техни-</li> </ul>

	ческой документацией в области надежности; допускает существенные ошибки, при выполнении учебных заданий, большинство заданий предусмотренных программой дисциплины не выполнено
--	--

**Разработчик: доцент, Венский В.В.**

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)