

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Мастепаненко Максим Алексеевич

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)**

**Б1.О.23 Основы теории надежности**

**23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

Сервис транспортно-технологических машин и комплексов

бакалавр

очная

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеchnических знаний, методов математического анализа и моделирования	<b>знает</b> Методы статистического анализа
		<b>умеет</b> Формализовать прикладные задачи с помощью математических методов
		<b>владеет навыками</b> Навыки моделирования прикладных задач методами математики
ОПК-3 Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний;	ОПК-3.2 Обрабатывает экспериментальные данные и получает обоснованные выводы, анализирует и содержательно интерпретирует полученные результаты.	<b>знает</b> Теории экспериментальных работ и современных средств измерений
		<b>умеет</b> Проводить стандартные испытания средств механизации и автоматизации транспортно-технологических машин и комплексов
		<b>владеет навыками</b> Технологии стандартных испытаний средств механизации и автоматизации транспортно-технологических машин и комплексов
ПК-1 Способен организовать работу по обслуживанию и эксплуатации сельскохозяйственной техники	ПК-1.1 Организация технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в организации	<b>знает</b> Методы оценки эффективности технологических решений по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники (13.001 D/01.6 Зн 11)
		<b>умеет</b> Применять средства технического диагностирования для проведения технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники
		<b>владеет навыками</b> Сбор исходных материалов, необходимых для разработки планов и технологий технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники (13.001 D/01.6 Тд 1) - Контроль реализации разработанных планов и технологий технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники (13.001 D/01.6 Тд 7)

		<p><b>знает</b>  Методы оценки показателей эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники (13.001 D/03.6 Зн 1)  - Направления и способы повышения эксплуатационных показателей сельскохозяйственной техники (13.001 D/03.6 Зн 4)</p>
		<p><b>умеет</b>  Рассчитывать показатели эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники (13.001 D/03.6 У1)  - Выявлять причины и продолжительность простоев сельскохозяйственной техники и оборудования, связанные с их неудовлетворительным техническим состоянием и нерациональным использованием (13.001 D/03.6 У 2)  - Определять источники, осуществлять анализ и оценку профессиональной информации, используя различные информационные ресурсы (13.001 D/03.6 У 3)</p>
		<p><b>владеет навыками</b>  - Анализ эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники в организации (13.001 D/03.6 Тд 2)  - Разработка предложений по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники (13.001 D/03.6 Тд 2)  - Оценка эффекта от внедрения мероприятий по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники (13.001 D/03.6 Тд 7)</p>

## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Основы теории надежности			
1.1.	Основные характеристики надежности машин	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Устный опрос
1.2.	Физические основы теории надежности машин	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Устный опрос
1.3.	Элементы теории вероятностей и математической статистики, применяемые в теории надежности	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Устный опрос, Реферат
1.4.	Контрольная точка №1	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2	Тест, Устный опрос

1.5.	Методы расчета показателей надежности машин	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Устный опрос, Реферат
1.6.	Основы надежности сложных технических систем	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Устный опрос, Реферат
1.7.	Контрольная точка №2	6	ПК-1.1, ПК-1.2	Тест, Устный опрос
1.8.	Испытания машин на надежность	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Устный опрос, Реферат
1.9.	Основы прогнозирования надежности машин	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Устный опрос, Реферат
1.10.	Основные направления повышения надежности машин	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Устный опрос, Реферат
1.11.	Контрольная точка №3	6	ОПК-1.1, ОПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2	Тест, Устный опрос
1.12.	Зачет			Устный опрос
	Промежуточная аттестация			За

### 3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
<b>Текущий контроль</b>			
<b>Для оценки знаний</b>			
1	Устный опрос	Средство контроля знаний студентов, способствующее установлению непосредственного контакта между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.	Перечень вопросов для устного опроса
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

	Для оценки умений		
	Для оценки навыков		
	Промежуточная аттестация		
3	Зачет	Средство контроля усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, успешного прохождения практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой с выставлением оценки в виде «зачтено», «незачтено».	Перечень вопросов к зачету

**4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Основы теории надежности"**

*Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости*

Вопросы для устного опроса:

1. Дайте определение надежности как комплексного свойства объекта. Какие составляющие (свойства) в него входят?
2. Что такое отказ? Классификация отказов по характеру возникновения (внезапные, постепенные), по связи между собой (зависимые, независимые), по последствиям (полные, частичные).
3. Что такое исправность, работоспособность и предельное состояние объекта? Приведите пример для автомобильного двигателя.
4. Объясните разницу между ресурсом и сроком службы технического объекта. Что из них является наработкой, а что — календарной продолжительностью?
5. Что такое техническое обслуживание (ТО) и ремонт с точки зрения теории надежности? Как они влияют на поток отказов?
6. Дайте определение и поясните физический смысл показателя «Вероятность безотказной работы»  $P(t)$ . Как он связан с функцией распределения отказов  $F(t)$ ?
7. Что характеризует «Интенсивность отказов»  $\lambda(t)$ ? Нарисуйте и объясните классическую «ваннообразную» кривой  $\lambda(t)$  (кривая жизни прибора). Опишите, какие процессы характерны для каждого периода (приработка, нормальная эксплуатация, износ).
8. Для каких объектов характерен «Параметр потока отказов»  $\omega(t)$ ? В чем его ключевое отличие от интенсивности отказов  $\lambda(t)$ ? (Акцент на восстанавливаемые объекты).
9. Что такое «Средняя наработка до отказа» ( $T_{ср}$ ) и «Средняя наработка на отказ» ( $T_0$ )? В чем между ними разница?
10. Дайте определение «Коэффициенту готовности» ( $K_r$ ) и «Коэффициенту вынужденного простоя» ( $K_p$ ). Почему эти показатели критически важны для оценки эффективности работы транспортно-технологических комплексов?
11. Каков физический смысл и область применения экспоненциального закона распределения надежности? Чему равна интенсивность отказов  $\lambda$  для этого закона? Приведите примеры элементов, для которых он применим.
12. Опишите нормальный закон распределения (закон Гаусса) и его связь с постепенными (износными) отказами. Какие параметры его определяют?
13. Что характеризует распределение Вейбулла? Почему оно считается одним из самых универсальных в теории надежности? Как с его помощью можно описать все три периода «ванны»?
14. Изобразите и напишите формулу для расчета надежности системы с последовательным соединением элементов. Какой вывод для практики эксплуатации из этого следует? (Надежность системы меньше надежности самого ненадежного элемента).
15. Изобразите и напишите формулу для расчета надежности системы с параллельным соединением (общее резервирование). В чем смысл резервирования?
16. Что такое «нагруженный» и «ненагруженный» резерв? Где они применяются в конструкциях транспортных машин? (Пример: тормозные системы — нагруженный резерв, запасное колесо — ненагруженный).
17. Приведите пример смешанного (комбинированного) соединения элементов в системе транспортной машины (например, система питания двигателя, электрическая система).

**Примерные оценочные материалы  
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)  
по итогам освоения дисциплины (модуля)**

Вопросы для зачета:

Раздел Физические основы теории надежности машин.

1. Что понимают под обеспечением надежности машин? Сформулируйте основные направления стандартизации в области надежности машин.
2. Дайте определение надежности машин. Какие свойства включает понятие надежности объекта? В чем различие свойств безотказности и долговечности объекта?
3. Перечислите состояние объекта с точки зрения надежности. Когда наступает неработоспособное состояние объекта (технической системы)?
4. Возможна ли дальнейшая эксплуатация объекта при достижении им предельного состояния?
5. Поясните разницу между восстанавливаемыми и невосстанавливаемыми объектами.
6. Что такое отказ? Каковы его разновидности в зависимости от причин возникновения,

характера проявления, группы сложности, взаимосвязи и способа обнаружения?

7. В чем отличие понятия «отказ» от понятия «повреждение»? В результате каких основных процессов возникают отказы элементов машин?

8. Назовите перечень (характер) отказов элементов машин. Какие отказы характерны для сельскохозяйственных машин?

9. Приведите классификацию показателей надежности. Перечислите оценочные показатели надежности машин.

10. Какими показателями оценивается безотказность объекта? Дайте краткую их характеристику и приведите примеры расчета.

11. Что такое долговечность объекта? Перечислите и дайте определение показателей долговечности. Что понимают под ресурсом, гамма-процентным ресурсом и сроком службы?

12. Какие основные и вспомогательные показатели используют для оценки ремонтпригодности объекта? Задайтесь условными исходными данными и решите задачи по определению этих показателей.

13. Перечислите показатели сохраняемости объекта. Показателями какого свойства объекта они соответствуют по своей сути?

14. Назовите и дайте определение комплексных показателей надежности машин. Как определяют коэффициенты готовности и технического использования? Приведите примеры расчета.

15. Почему у невосстанавливаемых объектов совпадают значения наработки до отказа и среднего ресурса? Почему не совпадают значения аналогичных показателей у восстанавливаемых объектов (наработка на отказ и средний ресурс)?

16. Какие физические процессы вызывают снижение надежности машин в эксплуатации?

17. Приведите и охарактеризуйте структуру физико-вероятностной модели.

18. Объясните схему формирования отказа изделия для одного из выходных параметров.

19. Модель проявления постепенных и внезапных отказов.

20. Что изучает научная дисциплина – трибоника? Какие существуют виды трения рабочих поверхностей деталей?

21. Какие основные виды взаимодействия рабочих поверхностей деталей различают в теории трения? Назовите факторы, определяющие характер трения.

22. Какие различают виды трения в зависимости от толщины пленки смазочного материала? Как они проявляются в типовых узлах трения сельскохозяйственных машин?

23. Приведите примеры, когда один вид трения может переходить в другой. Как этот переход может влиять на работу узла трения?

24. Перечислите основные виды смазки. Что показывает диаграмма Герси-Штрибека?

25. Что называют изнашиванием? Назовите основные количественные характеристики изнашивания деталей машин. Являются ли характеристики изнашивания постоянными величинами?

26. Какие основные характеристики необходимо знать для оценки и обеспечения надежности элементов машин при изнашивании?

27. Что такое износостойкость? Как связаны между собой скорость и интенсивность изнашивания?

28. Перечислите основные факторы, влияющие на характер и интенсивность изнашивания деталей машин.

29. Приведите наиболее распространенные сочетания материалов для различных пар трения.

30. Перечислите основные классы износостойкости, используемые для прогнозирования надежности при износе элементов машины.

31. Какие основные модели изнашивания вы знаете? Какова наиболее общая модель изнашивания элементов машин?

32. Назовите и кратко охарактеризуйте основные методы определения величины износа деталей машин.

33. Какие виды изнашивания различают в соответствии с действующей классификацией?

34. Каков механизм усталостного изнашивания поверхностей деталей? Что такое питтинг?

35. Поясните механизм изнашивания при заедании. Что такое «схватывание»?

36. В чем сходство и различие абразивного и усталостного изнашивания?

37. Как можно повысить абразивную износостойкость поверхности детали?

38. Перечислите основные мероприятия по снижению интенсивности абразивного

изнашивания элементов машин.

39. Назовите виды коррозионно-механического изнашивания рабочих поверхностей деталей. Чем обусловлено окислительное изнашивание? Каково его влияние на работу узлов трения?
40. Сущность водородного изнашивания. Что такое «избирательный перенос»?
41. Какой вид изнашивания является наиболее разрушительным?
42. Приведите классификацию соединений по условиям их изнашивания.

Раздел Основы надежности сложных технических систем.

1. Что изучает научная дисциплина – математическая статистика?
2. Что такое дискретная и непрерывная случайная величина?
3. Сформулируйте теоремы умножения и сложения вероятностей.
4. Что называется законом распределения случайной величины? Назовите основные свойства интегральной функции распределения.
5. Что называют эмпирическим распределением случайной величины?
6. Поясните сущность функции плотности распределения. Перечислите основные свойства плотности вероятности распределения.
7. Назовите основные характеристики распределения случайной величины. Какую информацию они содержат и как их используют при расчетах надежности?
8. Поясните сущность и дайте определение понятий «мода», «медиана», «квантиль», «коэффициент вариации».
9. Назовите основные законы распределения случайной величины (законы надежности). Поясните формулы и графики этих распределений.
10. Какие математические аппараты характеризуют распределение случайных величин, изучаемых в теории надежности?
11. При каких условиях используется экспоненциальный (показательный) закон распределения показателей надежности?
12. Укажите условия применения нормального закона распределения (закона Гаусса-Лапласа) для оценки показателей надежности.
13. В чем выражается особенность логарифмически нормального закона распределения значений случайной величины?
14. Опишите закон распределения Вейбулла для оценки показателей надежности.
15. Укажите условия применения закона Пуассона распределения показателей надежности.
16. Для каких работ используется биномиальный закон распределения случайных величин?
17. Изложите порядок выбора теоретического закона распределения для описания эмпирического распределения показателей надежности.
18. Какие критерии согласия опытных и теоретических распределений наиболее часто применяются в практике определения показателей надежности?
19. Поясните сущность и укажите достоинства критерия согласия Колмогорова проверки гипотезы о законе распределения.
20. Расскажите о критерии Пирсона проверки справедливости гипотезы о законе распределения случайной величины.
21. Опишите критерий согласия Романовского проверки гипотезы о законе распределения. Приведите примеры расчета.
22. Каким образом осуществляется проверка полученной информации на выпадающие (ошибочные) точки?
23. Что понимают под термином «доверительная граница рассеяния»? Укажите порядок ее определения при нормальном законе и законе распределения Вейбулла.
24. Как определяется минимально допустимое число объектов наблюдений? Приведите примеры расчета.
25. Как организуют сбор и обработку статистической информации о надежности? Какие требования предъявляются к совокупности наблюдаемых объектов?
26. Возможность решения каких задач обеспечивают результаты сбора и обработки информации о надежности машин и оборудования?
27. Когда эксплуатацию заданного числа машин называют подконтрольной?
28. Какие основные источники используются для сбора информации о надежности машин?

29. Перечислите формы учетной документации для сбора и обработки информации о надежности машин.
30. Назовите основные методы сбора информации о надежности машин в эксплуатации.
31. Укажите особенности инструментального метода сбора информации о надежности машин.
32. Для чего используют метод хронометража при сборе информации о надежности машин?
33. В каких случаях применяют метод периодических наблюдений при сборе информации о надежности машин?
34. Назовите особенности метода сбора информации о надежности машин, основанного на анализе данных эксплуатационной и ремонтной документации.
35. Каков порядок обработки полной информации по показателям надежности? Перечислите основные этапы методики определения количества деталей, годных для дальнейшего использования и требующих восстановления.
36. Изложите сущность графических методов обработки информации по показателям надежности.
37. Особенности методики обработки многократно усеченной информации.
38. В чем сущность прогнозирования остаточного ресурса машин? Приведите графическую схему его определения.
39. Дайте определение предельному и допускаемому значению параметра.
40. Приведите расчетные зависимости для оценки надежности элементов привода машин по заданным критериям.
41. Что понимается под сложной технической системой?
42. Опишите структурные модели надежности сложных технических систем.
43. В чем заключается расчет надежности технической системы? Что является основой составления структурной схемы надежности машин?
44. Рассмотрите пример оценки вероятности и среднего времени безотказной работы технической системы с последовательным соединением элементов в структурной схеме.
45. Как определяется надежность технической системы из параллельно соединенных элементов в структурной схеме?

***Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)***

Темы письменных работ для написания рефератов:

Раздел 1 Физические основы теории надежности машин

1. Стандартизация в области надежности.
2. Показатели надежности машин.
3. Методы определения износа деталей машин.
4. Виды и характеристики изнашивания.
5. Механическое изнашивание. Коррозионно-механическое изнашивание.

Электроэрозионное изнашивание

6. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания
7. Методы и средства изучения износов.
8. Методы повышения износостойкости.
9. Усталостные разрушения деталей машин.
10. Сущность и закономерность процесса разрушений.
11. Изнашивание и повреждение деталей машин как случайные процессы, предельные значения износов и повреждений.
12. Методы, средства и последовательность дефектаций.
13. Методы дефектоскопии.
14. Распределение случайных величин.
15. Методика обработки полной информации.

Раздел 2. Основы надежности сложных технических систем

1. Структурные модели надежности элементов сложных технических систем
2. Резервирование и его разновидности для повышения надежности сложных технических систем
3. Планы испытаний на надежность. Лабораторные испытания
4. Метод испытаний материалов на износостойкость при ударно-абразивном изнашивании
5. Метод испытаний материалов на абразивное изнашивание о нежестко закрепленные абразивные частицы
6. Классификация способов восстановления деталей.
7. Метод испытаний материалов на изнашивание при фреттинге и фреттинг-коррозии.
8. Стендовые испытания. Комплексные стендовые испытания. Полигонные испытания. Эксплуатационные испытания.
9. Методы прогнозирования надежности машин.
10. Статистические методы прогнозирования. Оценка качества прогнозирования надежности машин.
11. Характеристика методов повышения надежности машин.
12. Конструктивные методы повышения надежности машин.
13. Технологические методы повышения надежности машин