

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Политехнический институт
Кафедра автомобильного транспорта

ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ И ОСНОВЫ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Учебный модуль по направлению подготовки
23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(уровень бакалавриат)

Фонд оценочных средств

Принято на заседании Ученого Совета ИПТ
Протокол № 17 от « 19 » сентября 2017 г.

Директор ИПТ


А. Н. Чадин
« 11 »  2017 г.

Разработал
Доцент кафедры АТ


И. И. Зубрицкас
« 10 »  2017 г.

Принято на заседании каф. АТ
Протокол № 1 от « 18 » сентября 2017 г.


А. Н. Чадин
« 10 »  2017 г.

Паспорт фонда оценочных средств

По учебному модулю «Теория надежности и основы работоспособности» по направлению подготовки 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (уровень бакалавриат)

№ раздела дисциплины	ФОС – вид оценочного средства	Контролируемые компетенции	Кол-во заданий (вопросов)
Введение			
Раздел 1	Опрос по теоретической части дисциплины Контроль хода выполнения практических работ Реферат	ПК - 14	7
Раздел 2			9
Раздел 3			3
Раздел 4			3
Аттестация (ДЗ)	Вопросы к ДЗ		22

Для оценки качества усвоения курса используются следующие **формы контроля**:

- **текущий**: контроль выполнения практических, аудиторных и домашних заданий, работы с литературой;
- **рубежный**: учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период.
- **семестровый**: осуществляется посредством ДЗ.

Характеристика оценочного средства

1. Практические занятия

В рамках изучения учебной дисциплины на практических занятиях студент должен научиться решать задачи по основным законам распределения случайных величин. (нормальному, логарифмически-нормальному, экспоненциальному, распределению Вейбулла – Гнеденко.

- **Зубрицкас И.И., Лысухо П.В.** Теория надежности и основы работоспособности. УЭМ 1. Теория надежности: практикум. [Электронный ресурс]: Учебное пособие / НовГУ имени Ярослава Мудрого, - Великий Новгород, 2015. – 90 с. – Режим доступа: <https://novsu.bibliotech.ru/Account/LogOn> .

Примеры задач для практических занятий:

- Из наблюдений за партией двигателей и последующей обработки результатов получены значения $l_{\text{ср}} = 200$ тыс. км и $\sigma = 40$ тыс. км. Считается, что распределение отказов

подчиняется нормальному закону. Нарботки двигателей соответственно: $l_1 = 100$ тыс. км, $l_2 = 250$ тыс. км, $l_3 = 300$ тыс. км. Определить показатели надежности: вероятность безотказной работы и вероятность отказа.

Решение

Итак, требуется найти вероятность безотказной работы $R(l_i)$, вероятность отказа $P(l_i)$, где $i = 1, 2, 3$.

Для решения данной задачи воспользуемся формулой $R(l_1) = 1 - P(l_1)$, где $P(l_1) = \Phi(z_1)$. По формуле (3.16) получаем, что

$$z_1 = \frac{l_1 - \bar{l}}{\sigma} = \frac{100 - 200}{40} = -2,5$$

По таблице значений нормированной функции Лапласа $\Phi(-2,5) = 0,006$ находим

$$P(l_1) = 1 - 0,006 = 0,994$$

В итоге получаем, что вероятность отказа

Если таблицы значений нормированной функции Лапласа нет, то можно воспользоваться связью функции Лапласа с нормированной функцией Лапласа: $\Phi(-z) = 0,5 - \Phi(x)$. Получим $\Phi(-2,5) = 0,5 - 0,4938 = 0,0062$

тоже значение

$$\begin{aligned} & \text{Аналогично, найдем} \\ R(l_2) &= 1 - P(l_2) = 1 - \Phi(z_2) \\ 1 - \Phi\left(\frac{l_2 - \bar{l}}{\sigma}\right) &= 1 - \Phi\left(\frac{250 - 200}{40}\right) = 1 - \Phi(1,25) = 1 - 0,8944 = 0,1056 \\ R(l_3) &= 1 - P(l_3) = 1 - \Phi(z_3) \\ 1 - \Phi\left(\frac{l_3 - \bar{l}}{\sigma}\right) &= 1 - \Phi\left(\frac{300 - 200}{40}\right) = 1 - \Phi(1,5) = 1 - 0,9332 = 0,0668 \end{aligned}$$

$$P(l_1) = 0,0062 \quad P(l_2) = 0,8944 \quad P(l_3) = 0,9332$$

Ответ:

$$R(l_1) = 0,994 \quad R(l_2) = 0,1056 \quad R(l_3) = 0,0668$$

- Найти наработки: l_1 , l_2 , l_3 при которых вероятность отказа $P_1 = F(l_1) = 0,9$, $P_2 = F(l_2) = 0,006$, $P_3 = F(l_3) = 0,5$ соответственно. Считается, что распределение отказов подчиняется нормальному закону. Параметры распределения: $l_{\text{ср}} = 200$ тыс. км; $\sigma = 40$ тыс. км.

Решение

$$P(l_1) = \Phi(z_1) = 0.9$$

Так как z_1 , то найдем из таблицы значений нормированной

$$z_1 = 1,29$$

функции Лапласа:

$$z_1 = \frac{l_1 - \bar{l}}{\sigma}$$

В свою очередь, откуда

$$l_1 = z_1 \sigma + \bar{l} = 1,29 \cdot 40 + 200 = 251,6 \text{ тыс.км.}$$

$$l_2 \quad l_3$$

Аналогично находим

$$P(l_2) = \Phi(z_2) = 0,006$$

, по таблице значений нормированной функции Лапласа

$$z_2 = -2,52 \quad l_2 = z_2 \sigma + \bar{l} = -2,52 \cdot 40 + 200 = 99,2$$

, тогда

тыс.км.

$$P(l_3) = \Phi(z_3) = 0,5$$

$$z_2 = 0$$

, по таблице значений нормированной функции Лапласа, тогда

$$l_3 = z_3 \sigma + \bar{l} = 0 \cdot 40 + 200 = 200 \text{ тыс.км.}$$

Таблица – Параметры оценочного средства (практические занятия)

Предел длительности контроля	10 минут – защита практической задачи и ответы на вопросы
Критерии оценки:	
7 – 10 баллов, если	демонстрирует всестороннее и глубокое знание теоретического материала, не допускает неточностей и не испытывает трудностей при выполнении и защите
4 – 6 баллов, если	допускает неточности при выполнении и защите
1 – 3 балла, если	испытывает трудности при выполнении и защите

2. Опрос

Опрос студентов проводится на каждом практическом занятии по разделам 1 – 4.

- **Зубрицкас И.И., Лысухо П.В.** Теория надежности и основы работоспособности. Курс лекций. [Электронный ресурс]: Учебное пособие / НовГУ имени Ярослава Мудрого, - Великий Новгород, 2017. – 88 с. – Режим доступа: <https://novsu.bibliotech.ru/Account/LogOn>

Вопросы по разделам теоретического курса по дисциплине:

1. Теория надежности и основы работоспособности. Общие понятия и терминология;
2. Классификация отказов;
3. Долговечность;
4. Ремонтопригодность;
5. Сохраняемость;

6. Комплексные показатели надежности;
7. Выбор показателей надежности;
8. Основные понятия теории вероятностей;
9. Формула Бернулли;
10. Предельные теоремы, локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа;
11. Случайные величины и их характеристики;
12. Виды случайных величин;
13. Задание дискретной и непрерывной случайной величины;
14. Числовые характеристики случайных величин;
15. Законы распределения случайных величин;
16. Элементы математической статистики;
17. Плотность распределения времени безотказной работы;
18. Интенсивность отказов;
19. Параметр потока отказов;
20. Требования к системе сбора и обработки информации о надежности;
21. Общие положения по организации сбора и обработки информации о надежности;
22. Организация работ по сбору и обработке информации о надежности.

Вопросы по разделам для самостоятельной работы студентов:

- **Зубрицкас И.И.** Теория надежности и основы работоспособности. УЭМ 1. Теория надежности: самостоятельная работа студентов. [Электронный ресурс]: Учебное пособие / НовГУ имени Ярослава Мудрого, - Великий Новгород, 2015. – 87 с. – Режим доступа: <https://novsu.bibliotech.ru/Account/LogOn>
 - **Зорин В. А.** Надежность механических систем : учеб. для вузов / В. А. Зорин. - М. : Инфра-М, 2015. - 378, [2] с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 375. - ISBN 978-5-16-010252-8. - ISBN 978-5-16-102158-3 : (в пер.);
 - **Долгин В. П.** Надежность технических систем : учеб. пособие для вузов / В. П. Долгин, А. О. Харченко ; Севастопол. гос. ун-т. - М. : Вузовский учебник : Инфра-М, 2015. - 165, [2] с. : ил. - (Вузовский учебник). - Библиогр.: с. 160-162. - ISBN 978-5-9558-0430-9. - ISBN 978-5-16-010840-7. - ISBN 978-5-16-102844-5 : (в пер.).
23. Проблема обеспечения работоспособности технических систем;
 24. Технический прогресс и надежность машин;
 25. История формирования и развития триботехники;
 26. Роль триботехники в системе обеспечения работоспособности машин;
 27. Трибоанализ технических систем;
 28. Причины снижения работоспособности машин в эксплуатации;
 29. Свойства рабочих поверхностей деталей машин;
 30. Параметры профиля рабочей поверхности детали;
 31. Вероятностные характеристики параметров профиля;
 32. Контакт рабочих поверхностей деталей сопряжения;
 33. Структура и физико-механические свойства материала поверхностного слоя детали;
 34. Основные положения теории трения, понятия и определения;
 35. Взаимодействие рабочих поверхностей деталей;
 36. Тепловые процессы, сопровождающие трение;
 37. Влияние смазочного материала на процесс трения;
 38. Факторы, определяющие характер трения;
 39. Изнашивание элементов машин;
 40. Общая закономерность изнашивания;
 41. Виды изнашивания;
 42. Абразивное изнашивание;

43. Усталостное изнашивание;
44. Изнашивание при заедании;
45. Коррозионно-механическое изнашивание;
46. Факторы, влияющие на характер и интенсивность изнашивания элементов машин;
47. Влияние смазочных материалов на работоспособность технических систем;
48. Назначение и классификация смазочных материалов;
49. Механизм смазочного действия масел;
50. Свойства жидких и пластичных смазочных материалов;
51. Требования, предъявляемые к маслам и пластичным смазочным материалам;
52. Изменение свойств жидких и пластичных смазочных материалов в процессе работы;
53. Формирование комплексного критерия оценки состояния элементов машин;
54. Восстановление эксплуатационных свойств масел;
55. Восстановление работоспособности машин с помощью масел;
56. Усталость материалов элементов машин;
57. Условия развития усталостных процессов;
58. Механизм усталостного разрушения материала;
59. Математическое описание процесса усталостного разрушения материала;
60. Расчет параметров усталости;
61. Оценка параметров усталости материала детали методами ускоренных испытаний;
62. Коррозионное разрушение деталей машин;
63. Классификация коррозионных процессов;
64. Механизм коррозионного разрушения материалов;
65. Влияние коррозионной среды на характер разрушения деталей;
66. Условия протекания коррозионных процессов;
67. Виды коррозионного разрушения деталей;
68. Факторы, влияющие на развитие коррозионных процессов, защиты элементов машин от коррозии;
69. Обеспечение работоспособности машин;
70. Понятия о работоспособности машин;
71. Планирование показателей надежности машин;
72. Программа обеспечения надежности машин;
73. Жизненный цикл машин;
74. Оценка работоспособности элементов машин;
75. Представление результатов трибоанализа элементов машин;
76. Определение показателей работоспособности элементов машин;
77. Модели оптимизации долговечности машин;
78. Работоспособность основных элементов технических систем;
79. Работоспособность силовой установки;
80. Работоспособность элементов трансмиссии;
81. Работоспособность элементов ходовой части;
82. Работоспособность электрооборудования машин;
83. Методика определения оптимальной долговечности машин.

Таблица – Параметры оценочного средства (опрос)

Предел длительности контроля	10 минут
Предлагаемое количество вопросов из одного раздела	1
Критерии оценки:	
7 – 10 баллов, если	дан правильный ответ на 90-100 %
4 – 6 баллов, если	дан правильный ответ на 70-80 %
1 – 3 балла, если	дан правильный ответ на 50-69%

3. Реферат

- **Зубрицкас И.И.** Теория надежности и основы работоспособности. УЭМ 1. Теория надежности: самостоятельная работа студентов. [Электронный ресурс]: Учебное пособие / НовГУ имени Ярослава Мудрого, - Великий Новгород, 2015. – 87 с. – Режим доступа: <https://novsu.bibliotech.ru/Account/LogOn>

Примерная тематика рефератов:

- Система сбора и обработки информации;
- Определение числа объектов наблюдений;
- Методы оценки аномальности результатов наблюдений;
- Критерий оценки аномальности результатов наблюдений при неизвестном генеральном среднем квадратическом отклонении и неизвестном генеральном среднем;
- Критерий оценки аномальности результатов наблюдений при известном генеральном среднем квадратическом отклонении и неизвестном генеральном среднем;
- Критерий оценки аномальности результатов наблюдений при известном генеральном среднем квадратическом отклонении и известном генеральном среднем;
- Критерий оценки аномальности результатов наблюдений по модулю их отклонения от среднего;
- Обработка результатов наблюдений по многим выборкам;
- Методы проверки согласия опытного распределения значений параметра технического состояния с теоретическим;
- Критерий Колмогорова;
- Специальный критерий W для малых объемов выборки;
- Методы обработки малых выборок;
- Методы проверки случайного процесса на стационарность;
- Метод определения информативности диагностических параметров;
- Метод определения достоверности диагностической информации и оценки вероятностных ошибок диагностирования;
- Методы определения предельно-допустимых значений параметров технического состояния автомобилей;
- Методы определения вида закона изменения параметров технического состояния автомобилей;
- Методы принятия решения в условиях дефицита информации;
- Априорное ранжирование;
- Применение метода Дельфи при выработке решений.

Таблица – Параметры оценочного средства (Реферат)

Предел длительности контроля	10 минут
Предлагаемое количество вопросов из одного раздела	1
Критерии оценки:	
12 – 20 баллов, если	дан правильный ответ на 90-100 %
6 – 11 баллов, если	дан правильный ответ на 70-80 %
1 – 5 балла, если	дан правильный ответ на 50-69%

4. Дифференцированный зачет

Для ДЗ предлагается **один** вопрос. В качестве вопросов используются вопросы из раздела «Опрос».

Критерии оценивания ДЗ:

- Качество выполнения практических работ – **20** баллов максимум;

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос – **10** баллов максимум:

- уверенное владение терминологией – **2** баллов максимум;
- глубина знаний по теме вопроса – **2** баллов максимум;
- полнота ответа – **2** баллов максимум;
- логическая связность – **2** баллов максимум;
- аргументированность ответа – **2** баллов максимум;

Таблица – Параметры оценочного средства (ДЗ)

Предел длительности контроля	50 минут – подготовка 20 минут – ответы на вопросы
Предлагаемое количество вопросов:	1
Критерии оценки:	
26 – 30 баллов, если	демонстрирует всестороннее и глубокое знание теоретического материала
17 – 25 баллов, если	допускает неточности при ответе на теоретические вопросы
8 – 16 баллов, если	испытывает трудности при ответе на теоретические вопросы