

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

Кафедра «Автотранспортная и техносферная безопасность»

**Методические указания к самостоятельной работе студента  
по дисциплине**

**«НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»**

Составитель:  
Киндеев Е.А.

Владимир, 2016

Самостоятельная работа студентов является важнейшим компонентом образовательного процесса, формирующим личность студента, его мировоззрение и культуру безопасности, развивающим его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Цели самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### **Организация самостоятельной работы.**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практикуму, к рубежным контролям, зачету и экзамену.

### **Темы для самостоятельного изучения:**

1. Источники и причины изменения выходных параметров объектов.
2. Математическая модель надежности объекта.
3. Модели постепенных отказов.
4. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности.
5. Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов.
6. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа.
7. Расчет надежности систем с расчлененной структурой.
8. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания.
9. Причины аварийности на производстве.
10. Природно-техногенные риски и их классификация.
11. Общая структура анализа техногенного риска.
12. Социально-экономические проблемы обеспечения безопасности техники. Пути понижения вероятности отказа.
13. Нормативные значения риска для промышленных объектов.
14. Типовые функции персонала и условия их выполнения. Ошибки персонала.
15. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.
16. Анализ надежности элементов объекта. Анализ надежности персонала.
17. Анализ результатов расчета риска.
18. Схема анализа объекта при эксплуатации.
19. Анализ безопасности технических систем по результатам выделения предвестников аварий.
20. Экологический риск от техногенных аварий и катастроф.

## Вопросы к экзамену:

1. Дайте определение понятия «надежность» применительно к техническим системам.
2. Какими основными событиями и состояниями характеризуется надежность технических систем?
3. Чем отличаются исправное и работоспособное состояния технической системы?
4. В каких случаях наступает предельное состояние объекта?
5. Какими могут быть отказы по причинам и характеру возникновения?
6. По каким признакам классифицируют отказы?
7. Что такое «показатели надежности»?
8. Перечислите и поясните показатели безотказности.
9. Перечислите и поясните показатели долговечности.
10. Что является причиной отказов в период нормальной эксплуатации технической системы?
11. Известно, что техническая система имеет экспоненциальное распределение наработки до отказа с параметром  $\lambda = 10^{-7} \text{ ч}^{-1}$ . Назначенный ресурс технической системы составляет  $T_n = 10^5 \text{ ч}$ . Определить вероятность того, что деталь безотказно проработает в интервале наработки  $[0, T_n]$ .
12. Почему распределение Гаусса называют нормальным распределением?
13. Какими параметрами определяется плотность распределения при нормальном законе распределения?
14. Какие виды распределений описывают надежность технической системы в период постепенных отказов?
15. В чем состоит условие безотказной работы технических систем с последовательным соединением элементов?
16. Как можно повысить вероятность безотказной работы технической системы с последовательным соединением элементов?
17. 3. Техническая система состоит только из последовательно соединенных 10 элементов первого типа, 15 элементов второго типа, 32 элементов третьего типа и 8 элементов четвертого типа. Интенсивности отказов элементов известны и равны:  $\lambda_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_3 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_4 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ .
18. Определить среднюю наработку до отказа  $T_{0c}$  и вероятность безотказной работы системы при наработках  $t_1 = 100 \text{ ч}$  и  $t_2 = 1000 \text{ ч}$ .
19. Ответ:  $T_{0c} = 5 \cdot 10^3 \text{ ч}$ ,  $P(t_1) = 0,98$ ,  $P(t_2) = 0,819$ .
20. В чем состоит условие безотказной работы технических систем с параллельным соединением элементов?
21. Как определить вероятность безотказной работы технической системы с параллельным соединением элементов?
22. Как можно повысить надежность технической системы с параллельным соединением элементов?
23. Как определить вероятность безотказной работы технической системы со сложным соединением элементов?
24. Какие виды резервирования существуют?
25. В чем отличие нагруженного и ненагруженного резервирования?
26. Что такое кратность резервирования и в чем отличие целой и дробной кратности?

27. Что представляет собой ненагруженное резервирование и как случайная наработка до отказа системы связана со случайными наработками составляющих систему элементов?
28. К какому закону распределения стремится наработка до отказа системы при больших значениях кратности резервирования?
29. Как изменяется вероятность безотказной работы системы с увеличением кратности резервирования.
30. При каких условиях ненагруженное резервирование значительно эффективнее нагруженного?
31. Что представляет собой облегченный резерв и видом какого резервирования он является?
32. Как определить вероятность безотказной работы для системы с облегченным резервом.
33. Что представляет собой скользящее резервирование и видом какого резервирования оно является?
34. В чем заключается разница между понятиями «риск» и «степень риска»?
35. Что такое «приемлемый риск»?
36. Какие виды риска можно выделить в зависимости от факторов риска и объектов риска?
37. С какой целью проводят анализ риска?
38. Какова последовательность проведения анализа риска?
39. С какой целью проводят оценку риска? Порядок проведения оценки риска.
40. Какие существуют качественные методы анализа опасностей? Каков порядок осуществления анализа опасностей качественными методами?
41. Для чего проводится количественный анализ опасностей?
42. По каким формулам подсчитывается вероятность отказа в подсистеме «И» и в подсистеме «ИЛИ»?
43. В каких случаях риск эквивалентен степени риска?
44. Какие символы используются при построении деревьев событий и деревьев отказов?
45. В чем состоит процедура построения дерева отказов?
46. В чем сущность метода первичных отказов?
47. В чем сущность метода вторичных отказов?
48. В чем сущность метода инициированных отказов?
49. Что такое «минимальное сечение дерева неисправностей»?
50. Как проводится количественная оценка дерева отказов?
51. Каковы преимущества и недостатки метода дерева отказов?
52. Каким образом определяются критерии приемлемого риска?
53. В чем заключается процесс управления риском?
54. Какая существует зависимость между величиной риска и ожидаемой выгодой?
55. Какова взаимосвязь между затратами на производство технических систем с принятой при проектировании величиной риска?
56. В чем состоит анализ условий возникновения и развития аварий?
57. Какими могут быть причины ошибок персонала?

## Рекомендуемая литература:

### а) основная литература:

1. Малафеев, Сергей Иванович. Надежность технических систем : примеры и задачи : учебное пособие для вузов по направлению 200100 - "Приборостроение" и специальности 200103 - "Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы" / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин .— Санкт-Петербург : Лань, 2012 .— 313 с. : ил., табл. — (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Библиогр.: с. 307-310 .— ISBN 978-5-8114-1268-6.

— Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2778)

2. Надежность технических систем. Практикум [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Коломейченко А.В., Кузнецов Ю.А., Логачев В.Н., Титов Н.В. – Орел : Издательство ОрелГАУ, 2013. – 114 с.

— Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71362](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71362)

3. Таранцева К.Р. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Таранцева К.Р. – Пенза: Издательство ПензГТУ, 2012, - 220 с.

— Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=62568](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62568)

### б) дополнительная литература:

1. Хмарук, Олег Николаевич. Оценка вероятности возникновения опасных ситуаций [Электронный ресурс] : методические указания к практической работе по дисциплине "Надежность технических систем и техногенный риск" / О. Н. Хмарук ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра безопасности жизнедеятельности .— Электронные текстовые данные (1 файл: 227 Кб) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2007

— Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/1004>

2. Надежность технических систем [Электронный ресурс] / Пучин Е.А. Лисунов Е.А. : КолосС, 2010. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. и средних учеб. заведений).

— Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953208123.html>

3. Надежность технических систем. Резервирование, восстановление [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.Д. Шашурин, В.Д. Башков, Н.А. Ветрова, В.А. Шалаев. – М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2009.

— Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833155.html>

4. ГОСТ 27. 001-95 Система стандартов. Надежность в технике. Основные положения.

5. ГОСТ 27. 002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

6. ГОСТ 27. 003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.

7. ГОСТ 27. 004-85 Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения.

8. ГОСТ 27. 202-83 Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции.

9. ГОСТ 27. 203-83 Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности.

10. ГОСТ 27. 204-83 Надежность в технике. Технологические системы. Технические требования к методам оценки надежности по параметрам производительности.

11. ГОСТ 27. 301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.
12. ГОСТ 27. 310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.