

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ГОУВПО

Донецкий национальный технический университет
ДОННТУ

Кафедра охраны труда и аэрологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ И РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО КУРСУ «НАДЁЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»
(для студентов горных специальностей дневной и заочной форм обучения)**

РАССМОТРЕНО

на заседании кафедры
«Охрана труда и аэрология»
Протокол № 3 от 01.11.2016 г.

УТВЕРЖДЕНО

на заседании учебно- изда-
тельского совета ДОННТУ
Протокол № 6 от 15.12.2016 г.

Науково-технічна
бібліотека ДонНТУ

Донецк
2016

Методические указания к выполнению контрольных и расчетно-графических работ по курсу лекций «Надёжность технических систем и техногенный риск» для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей: сост. В. Л. Овчаренко. - Донецк: ДОННТУ, 2016 – 14 с.

Разработаны на основе программы курса лекций по "Надёжность технических систем и техногенный риск ", специальность – «Горное дело», для специализаций:

Технологическая безопасность и горноспасательное дело (ТБГД);

Охрана труда в горном производстве (ОПГзск);

Разработка месторождений и добыча полезных ископаемых (РПМ);

Шахтное и подземное строительство (Ш).

Приводятся задания контрольных и расчетно-графических работ для студентов очной и заочной форм обучения с учетом специальности.

Приведен перечень рекомендуемой литературы.

Составитель:

доц. к.т.н. Овчаренко В.Л.

Рецензенты:

проф., д.т.н. А.О. Новиков

доц., к.т.н. Г.Н.Бутузов

Ответственный
за выпуск:

проф., д.т.н. Ю.Ф. Булгаков

1. Общие положения

Курс лекций «Надёжность технических систем и техногенный риск» (<http://ea.donntu.org/handle/123456789/30990>) является специальным курсом и технической дисциплиной, предназначен для студентов горных специальностей дневной и заочной форм обучения Донецкого национального технического университета (ДОН НТУ). Лекции составлены в соответствии с требованиями учебного плана кафедры «Охраны труда и аэрологии» университета. При составлении лекций использованы литературные источники, законодательная нормативно-техническая документация по профилю знаний.

2. Тематическое содержание дисциплины

Целью контрольных и расчетно-графических работ по курсу «Надёжность технических систем и техногенный риск» для студентов дневной и заочной форм обучения горных специальностей является подготовка специалиста, который в своей практической деятельности смог бы так организовывать труд и управлять горным предприятием, чтобы исключить несчастные случаи и аварии техногенного характера [1, 2].

Контрольные и расчетно-графические работы построены в соответствии с лекционным содержанием дисциплины, в рамках следующих тем:

1. Техническая система и её элементы [3].
2. Качественные показатели надёжности и эффективности систем [4-6,8]
3. Законы распределения, используемые в теории надёжности [5-8].
4. Основные понятия надёжности. Классификация отказов [7, 8].
5. Составляющие надёжности [8, 10].
6. Теория вероятностей в математических расчетах надёжности технических систем [7, 8, 15, 16].
7. Показатели надёжности невосстанавливаемых объектов [7,8].
8. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов [7-9].
9. Математические зависимости для оценки надёжности технических систем [12-14,16].
10. Надёжность технических систем [9-13].
11. Расчет показателей надёжности технических систем [12-14].
12. Оценка безопасности технических систем [6, 7, 10].
13. Логико-графические методы анализа надёжности и риска [7, 8].
14. Основы теории и практики техногенного риска [4-6,8].

15. Качественные методы анализа риска [3, 6, 7].
16. Количественная оценка риска, приемлемый риск. Управление риском [3, 6, 7].
17. Правовые основы анализа риска и управления промышленной безопасностью [6, 7].

3. Методические указания к выполнению контрольных и расчётно-графических работ

После изучения курса студенты выполняют контрольную или расчётно-графическую работы, которая состоит из ответов на три вопроса общих разделов курса и решения задачи с графическим изображением схемы расположения шпуров, дегазационных скважин, щелей, пазов и т.д.

Вариант контрольных вопросов студент выбирает в соответствии с табл.1. Контрольную работу выполняют чернилами четко и разборчиво на 10-12 страницах ученической тетради. На каждой странице оставляют поля для замечаний преподавателя-рецензента. В конце контрольной работы привести перечень использованной литературы, дату исполнения и подпись.

Графическая работа выполняется на листе А-3 с учётом требований, предъявляемым к чертёжным работам, аккуратно, в соответствии с принятым масштабом.

Зачёт контрольной работы за 2 недели до сдачи экзамена (зачёта) по дисциплине.

Зачтенная контрольная работа предъявляется преподавателю при сдаче экзамена (зачёта).

Таблица 1

Номер варианта	Контрольные вопросы	Контрольные задачи
0	1, 20, 30	1,12
1	2, 12, 27	2,13
2	3, 13, 45	3,14
3	4, 14, 51	4,15
4	5, 15, 60	5,12
5	6, 16, 37	6,13
6	7, 17, 82	7,14
7	8, 18, 53	8,2
8	9, 19, 83	9,1
9	10, 23, 49	10,4

Вопросы для контрольной работы

1. Дайте определение техносфере, технике, технической системе.
2. Понятие опасности. Аксиомы потенциальной опасности технических систем.
3. Техническая система: элементы, структура, параметры, характеризующие систему.
4. Понятие о качестве технической системы
5. Показатели надёжности, качества и эффективности системы
6. Условное изображение соотношения понятий: качество, надёжность, эффективность, безопасность и живучесть технических систем
7. В каком случае применим нормальный закон распределения?
8. Перечислить основные показатели надёжности.
9. Дать определение вероятности безотказной работы.
10. Перечислить показатели безотказности и долговечности.
11. Дать определение неремонтируемого изделия.
12. Дать определение ремонтируемого изделия.
13. В каком случае применим закон распределения Пуассона?
14. В каком случае применим экспоненциальный закон распределения?
15. В каком случае применим нормальный закон распределения?
16. Дать определение интенсивности отказов.
17. Дать определение математическому ожиданию.
18. Понятие надёжности как свойства объекта.
19. Следствия основных теорем теории вероятностей. Схема Бернулли.
20. В чём общность и отличия состояний «исправность» и «работоспособность» объекта.
21. Определение предельного состояния объекта. При каких условиях оно наступает.
22. Объекты по способности к восстановлению работоспособного состояния.
23. Отказы по типу и природе происхождения.
24. Перечислите основные признаки классификации отказов.
25. Перечислите и дайте определение свойств (составляющих) надёжности.
26. Перечислите и поясните показатели долговечности.
27. Перечислите и поясните основные аксиомы вероятности.
28. Перечислите и поясните смысл основных правил (теорем) теории вероятностей.
29. Формула полной вероятности. Формула Байеса (вероятность гипотез).
30. Дать анализ кривой интенсивности отказов.
31. Дать определение статистической интенсивности отказов.

32. Дать определение среднему времени безотказной работы.
33. Дать определение средней наработке до отказа.
34. Дать понятие среднему времени жизни изделия.
35. Дать определение коэффициента оперативной готовности.
36. Дать определение безотказности.
37. Дать понятие коэффициента технического использования.
38. Уравнение связи показателей надёжности
39. Характеристики надёжности технических систем M_x , D , σ_x , мода, медиана, квантиль.
40. Выбор и обоснование показателей надёжности технических систем.
41. Распределение нормируемых показателей надёжности технических систем.
42. Показатели надёжности технической системы, состоящей из независимых элементов.
43. Дать определение сложной системе.
44. Что такое элемент сложной системы?
45. Перечислить факторы, которые отрицательно влияют на работоспособность сложной системы.
46. Дать понятие резервированию элементов системы.
47. Дать понятие системе с последовательным соединением элементов.
48. Дать понятие системе с параллельным соединением элементов.
49. Дать понятие системы с параллельно-последовательным соединением элементов.
50. Что такое холодное резервирование?
51. Что такое горячее резервирование?
52. Привести пример структурной схемы надёжности с параллельно-последовательным соединением элементов, формула надёжности.
53. Привести пример структурной схемы надёжности с поканальным резервированием, формула надёжности.
54. Привести пример структурной схемы надёжности с поэлементным резервированием, формула надёжности.
55. Критерии безопасности технических систем (вероятность безотказной работы, интенсивность риска аварийной ситуации).
56. Дать понятие безопасности системы «человек – машина» (СЧМ)
57. Дать понятие показателю восстанавливаемости системы «человек – машина» (СЧМ)
58. Дать понятие показателю надёжности деятельности оператора в системе «человек – машина» (СЧМ)
59. Основной показатель своевременности в работе оператора в системе «человек – машина» (СЧМ)
60. Показатель надёжности для систем непрерывного типа «человек – машина» (СЧМ)
61. Показатель надёжности для систем дискретного типа «человек – ма-

шина» (СЧМ)

62. Что такое потоковые графы?
63. Дать понятие дедуктивного анализа «дерева отказов».
64. Дать определение «дереву отказов».
65. Дать определение методу первичных отказов.
66. Дать определение методу вторичных отказов.
67. Дать определение методу инициированных отказов.
68. Качественная и количественная оценка «дерева отказов»
69. Аналитический вывод для простых схем дерева отказов
70. Причислить достоинства и недостатки метода «дерева отказов».
71. Понятие техногенного риска.
72. Методология анализа и оценки риска, определения
73. Математическая интерпретация риска.
74. Виды риска и основные методы его анализа.
75. Что такое идентификация опасностей?
76. Что включает в себя анализ опасностей?
77. Что такое предварительный анализ опасностей (ПАО)
78. Содержание анализа последствий отказов (АПО).
79. Классификация отказов.
80. Анализ опасностей методом потенциальных отклонений.
81. Дать определение отказу с пренебрежительно малыми последствиями.
82. Количественный анализ риска сложных систем.
83. Критерии приемлемого риска
84. Абсолютный риск, оценка приемлемого уровня абсолютного риска.
85. Понятие «управление риском», этапы управления риском.
86. Применение теории риска в технических системах.
87. Государственный надзор и контроль за промышленной безопасностью.

Задачи для контрольных и расчётно-графических работ

Контрольная задача 1.

В мехцех шахты поступает в среднем $n = 3$ ед. оборудования в течение рабочей смены за $t=8$ ч. Число заявок на любом отрезке времени распределено по закону Пуассона, найти вероятность того, что за $t_1=4$ ч рабочей смены поступят две заявки ($m = 2$)

Контрольная задача 2.

На РМЗ поступает в среднем $n = 4$ ед. оборудования в течение рабочей смены за $t = 8$ ч. Число заявок на любом отрезке времени распределено по закону Пуас-

сона, найти вероятность того, что за $t_1 = 4$ ч рабочей смены поступят две заявки ($m = 2$).

Контрольная задача 3.

В мехцех шахты поступает в среднем $n = 6$ бед. оборудования в течение рабочей смены за $t = 8$ ч. Число заявок на любом отрезке времени распределено по закону Пуассона, найти вероятность того, что за $t_1 = 5$ ч рабочей смены поступит одна заявка ($m=1$).

Контрольная задача 4.

На РМЗ поступает в среднем $n = 6$ бед. оборудования в течение рабочей смены за $t = 8$ ч. Число заявок на любом отрезке времени распределено по закону Пуассона, найти вероятность того, что за $t_1 = 8$ ч рабочей смены поступит одна заявка ($m = 6$).

Контрольная задача 5.

В мехцех шахты поступает в среднем $n = 2$ бед. оборудования в течение рабочей смены за $t=8$ ч. Число заявок на любом отрезке времени распределено по закону Пуассона, найти вероятность того, что за $t_1=4$ ч рабочей смены поступят три заявки ($m = 3$).

Контрольная задача 6.

Наработка на отказ очистного комбайна подчиняется экспоненциальному закону с параметром $\lambda=2 \cdot 10^{-3}$ ч⁻¹. Найти вероятность безотказной работы за время $t = 200$ ч. Определить математическое ожидание наработки на отказ.

Контрольная задача 7.

Наработка на отказ электродвигателя подъёмной машины людского уклона подчиняется экспоненциальному закону с параметром $\lambda=4 \cdot 10^{-3}$ ч⁻¹. Найти вероятность безотказной работы за время $t = 300$ ч. Определить математическое ожидание наработки на отказ.

Контрольная задача 8.

Наработка на отказ забойного конвейера подчиняется экспоненциальному закону с параметром $\lambda=5 \cdot 10^{-3}$ ч⁻¹. Найти вероятность безотказной работы за время $t = 100$ ч. Определить математическое ожидание наработки на отказ.

Контрольная задача 9.

Наработка на отказ ленточного конвейера подчиняется экспоненциальному закону с параметром $\lambda=3 \cdot 10^{-3}$ ч⁻¹. Найти вероятность безотказной работы за время $t=100$ ч. Определить математическое ожидание наработки на отказ.

Контрольная задача 10.

На испытания поставлено $N=100$ элементов. Испытания проводились в течение $t=300$ ч. В процессе проведения испытаний отказало $n=4$ элемента, при этом отказы зафиксированы в следующие моменты: $t_1=50$ ч; $t_2=80$ ч; $t_3=90$ ч; $t_4=100$ ч; остальные элементы не отказали. Определить среднюю наработку до отказа T_0 .

Контрольная задача 11.

На испытания поставлено $N=100$ элементов. Испытания проводились в течение $T=400$ ч. В процессе проведения испытаний отказало $n=4$ элементов, при этом отказы зафиксированы в следующие моменты: $t_1=80$ ч; $t_2=90$ ч; $t_3=100$ ч; $t_4=150$ ч; остальные элементы не отказали. Определить среднюю наработку до отказа T_0 .

Контрольная задача 12.

Определить коэффициент готовности объекта (элемента), если известно, что среднее время восстановления одного отказа равно $T_{в}=10$ ч, а среднее значение наработки на отказ составляет $T_0=5000$ ч. Определить коэффициент готовности объекта (элемента).

Контрольная задача 13.

Перегрузатель проходческого комбайна эксплуатируют в течение года ($T_{э}=8000$ ч). За этот период эксплуатации машины суммарное время восстановления отказов составило $t_{в}=50$ ч. Время проведения регламента составляет $t_0=30$ ч. Суммарное время, затраченное на ремонтные работы за период эксплуатации составляет 20 суток, т.е. $t_{р}=20 \times 24=480$ ч. Определить коэффициент технического использования машины.

Контрольная задача 14.

Определить надежность шахтной транспортной системы при движении по горным выработкам, если известны надежности транспортных средств и средств обеспечения их подвижности:

- электровоза - $p_1 = 0,95$;
- аккумулятора - $p_2 = 0,89$;
- рельсового пути - $p_3 = 0,99$;
- двигателя - $p_4 = 0,85$;
- ходовой части - $p_5 = 0,87$.

Контрольная задача 15.

Породный опрокидыватель эксплуатируют в течение года ($T_{\text{э}} = 10000$ ч). За этот период эксплуатации машины суммарное время восстановления отказов составило $t_{\text{в}} = 100$ ч. Время проведения регламента составляет $t_0 = 50$ ч. Суммарное время, затраченное на ремонтные работы за период эксплуатации составляет 30 суток, т.е. $t_{\text{р}} = 30 \times 24 = 720$ ч. Определить коэффициент технического использования машины.

Список использованной литературы:

1. Кокин, Ю. П. Экономика труда : учебник / Ю. П. Кокин, П. Э. Шлендер. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Магистр, 2010. – 686 с.
2. Положение о расследовании и ведении учета несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве [Электронный ресурс] : утв. приказом Гос. Ком. Гортехнадзора ДНР № 355 от 27.08.2015 г. – Режим доступа: http://old.dnronline.ru/wpcontent/uploads/2016/05/PrikazGK_GTN_N355_27082015.pdf. - Загл. с экрана.
3. Надежность технических систем и техногенный риск / В. А. Акимов [и др.]. – М. : ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002. – 368 с.
4. Надежность технических систем : справочник / под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.
5. Нечипоренко, В. И. Структурный анализ систем (эффективность и надёжность) / В. И. Нечипоренко. – М. : Сов. Радио, 1977. – 214 с.
6. Ветошкин, А. Г. Надёжность технических систем и техногенный риск / А. Г. Ветошкин. – Пенза : Изд-во ПГУАиС, 2003. – 155 с.

7. Шубин, Р. А. Надёжность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие / Р. А. Шубин. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 80 с.
8. Губинский, А. И. Надёжность и качество функционирования эргатических систем / А. И. Губинский. – М., 1982. – 270 с.
9. Методические рекомендации по оценке надёжности и эффективности систем «человек-техника» / под ред. А. И. Губинского. – М., 1971. – 154 с.
10. Надёжность в машиностроении : справочник / под ред. В. В. Шашкина, Г. П. Карзова. – Спб. : Политехника, 1992. – 719 с.
11. Калявин, В. П. Надёжность и диагностика / В. П. Калявин. – Спб., «Элмор», 1998. – 230 с.
12. Дружинин, Г. В. Надёжность автоматизированных производственных систем / Г. В. Дружинин. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.
13. Ястребенецкий, М. А. Надёжность автоматизированных систем управления технологическими процессами / М. А. Ястребенецкий, Г. М. Иванова. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 480 с.
14. Надёжность и техническое обслуживание : математический подход / Б. В. Гнеденко [и др.]. – М. : Радио и связь, 1988. – 392 с.
15. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – М. : Наука, 1969. – 506 с.
16. Надёжность технических систем : лекции // Кировское обл. гос. проф. образовательное бюджетное учреждение «Кировский механико-технологический техникум». - Режим доступа: www.kmtt.ru Nadejnoct' tehnicheskih system.pdf. - Загл. с экрана.

НАУКОВО- БІБЛОГРАФІЧНИЙ ВІДДІЛ НТБ ДонНТУ

12.12.201 Е.Кирпиченко .

