

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ  
ПМ.05 ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК И  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ  
(ПО ОТРАСЛЯМ)  
МДК.05.01 Теоретические основы обеспечения надежности систем  
автоматизации и модулей мехатронных систем  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств  
(по отраслям)  
базовой подготовки**

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Автоматизации технологических  
процессов

Председатель: Е.В. Менщикова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Разработчик:**

преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ» Н.В. Андриусенко

Методические указания разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ. 05 Проведение анализа характеристик и обеспечение надежности систем автоматизации (по отраслям).

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическая работа 1	6
Практическая работа 2	6
Практическая работа 3	7
Практическая работа 4	8
Практическая работа 5	9
Практическая работа 6	10
Практическая работа 7	10
Практическая работа 8	11
Практическая работа 9	12
Практическая работа 10	12

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические занятия.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей ПМ. 05 Проведение анализа характеристик и обеспечение надежности систем автоматизации (по отраслям), МДК.05.01 Теоретические основы обеспечения надежности систем автоматизации и модулей мехатронных систем предусмотрено проведение практических занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

–рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;

–определять показатели надежности систем управления.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на формирование общих компетенций по профессиональному модулю программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 5.2. Проводить анализ характеристик надежности систем автоматизации.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6 Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7 Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

ОК 9 Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Выполнение обучающимися практических работ ПМ. 05 Проведение анализа характеристик и обеспечение надежности систем автоматизации (по отраслям), МДК.05.01 Теоретические основы обеспечения надежности систем автоматизации и модулей мехатронных систем направлено на:

–обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам междисциплинарных курсов;

–формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

–развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

–выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1 Основные понятия элементов АСУ и модулей мехатронных устройств

#### Практическая работа № 1

#### Расчет количественные показатели оценки надежности системы по результатам испытаний на надежность

##### Цель работы:

- изучить количественные показатели оценки надежности системы по результатам испытаний на надежность;
- рассчитать показатели надежности на основе данных об испытаниях невосстанавливаемых объектов.

##### Выполнив работу, Вы будете:

###### *уметь:*

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

##### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

##### Задание:

1. Изучить основные понятия надежности и ее показатели.
2. Решить задачи из раздаточного материала.

##### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

#### Практическая работа № 2

#### Расчет количественных показателей надежности по статистическим данным об отказах

##### Цель работы:

- изучить количественные показатели оценки надежности системы по результатам испытаний на надежность;
- рассчитать показатели надежности на основе данных об испытаниях невосстанавливаемых объектов.

##### Выполнив работу, Вы будете:

###### *уметь:*

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

**Задание:**

1. Изучить основные понятия надежности и ее показатели.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы**

Задача 1. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 ч. отказало 50 изделий. За интервал времени 4000-4100 ч. отказало ещё 20 изделий. Требуется определить  $f(t)$  и  $\lambda(t)$  при  $t=4000$  ч

Задача 2. На испытание поставлено 45 изделий. За время  $t=60$  час. вышло из строя 35 штук изделий. За последующий интервал времени 60-65 час. вышло из строя еще 3 изделия. Необходимо вычислить  $\tilde{p}(t)$  при  $t=60$  час. и  $t=65$  час.; а также  $f(t)$  и  $\lambda(t)$  при  $t=60$  час.

Задача 3. Определите среднюю наработку до отказа  $\tau(t)$ , дисперсию  $D[T]$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma[T]$  наработки до отказа по результатам испытаний шести невосстанавливаемых систем. Нарботка до отказа каждой системы приведена в таблице (в часах).

$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$
10300	8500	11400	6900	8300	9400

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

**Практическая работа № 3****Расчет вероятностных характеристик наработки на отказ и построение функции надежности****Цель:**

- 1) вычислить по исходным данным оценки математического ожидания, дисперсии, коэффициент вариации, эксцесс, асимметрию;
- 2) упорядочить вариационный ряд и определить моду.

**Выполнив работу, Вы будете:****уметь:**

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

**Задание:**

1. Изучить основные понятия надежности и ее показатели.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Порядок выполнения работы:**

- 1 Изучить основные понятия надежности и ее показатели.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы и задания**

1. Выполните расчет вероятностных характеристик и постройте функцию надежности по исходным данным, приведенным в таблице 2.1 раздаточного материала.

2. Сравните и проанализируйте функции надежности для разных распределений наработки на отказ.
3. Что называют модой?
4. Как определить дисперсию и коэффициент вариации?
5. Запишите аналитическое соотношение для определения асимметрии.
6. Что характеризует эксцесс.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

**Практическая работа 4**  
**Расчет количественных показателей надежности**  
**с учетом стохастических закономерностей**

**Цель работы:**

- изучить аналитические зависимости определения количественных показателей надежности системы;
- рассчитать показатели надежности для экспоненциального и нормального закона распределения времени безотказной работы объекта.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

**Контрольные задания.**

1. Наработка системы до отказа описывается экспоненциальным распределением с параметром  $\lambda = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ . Определить вероятность безотказной работы и плотность распределения при  $t = 4000$  час, а также среднюю наработку до отказа.
2. Наработка до отказа системы описывается нормальным распределением с параметрами  $m = 4000$  час,  $\sigma = 1000$  час. Определить вероятность безотказной работы, плотность распределения, интенсивность отказов для  $t = 2000$  час и среднюю наработку до отказа.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

**Практическая работа № 5**  
**Расчет надежности восстанавливаемых систем**

**Цель работы:**

- изучить количественные показатели оценки надежности восстанавливаемых систем;
- получить аналитические выражения для показателей надежности восстанавливаемой системы и рассчитать их.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

**Задание:**

1. Изучить количественные показатели оценки надежности восстанавливаемых систем.
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы и задания**

1. Что такое «ресурс» и «срок службы»?
2. Перечислите критерии долговечности.
3. Что такое интенсивность отказов и интенсивность восстановления?
4. Расскажите сущность критерия «параметр потока отказов».
5. Объясните разницу между единичными и комплексными показателями надежности объектов.
6. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано 8 отказов. Время восстановления составило:  
 $t_1 = 12$  мин.  $t_2 = 24$  мин.  $t_3 = 15$  мин.  $t_4 = 9$  мин.  
 $t_5 = 18$  мин.  $t_6 = 30$  мин.  $t_7 = 25$  мин.  $t_8 = 40$  мин.  
Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.
7. Коэффициент готовности одной из подсистем АСОИУ, которая представляет собой сложную восстанавливаемую систему, равен 0,9. Среднее время ее восстановления составляет 100 ч. Требуется найти вероятность застать систему в исправном состоянии в момент времени  $t = 12$  ч.
8. Выведите уравнение, связывающее параметр потока отказов объекта и плотность распределения наработки до отказа.
9. Покажите, как аналитически связана вероятность и интенсивность восстановления объекта.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

**Практическая работа № 6**  
**Моделирование потоков отказов многоэлементной системы**

**Цель работы:**

- изучить свойства простейшего потока отказов и его количественную характеристику;
- рассчитать параметры потока отказов многоэлементной системы.

**Выполнив работу, Вы будете:****уметь:**

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

**Задание:**

1. Изучить свойства простейшего потока отказов и его количественную характеристику;
2. Рассчитать параметры потока отказов многоэлементной системы;
3. Выполнить сравнительный анализ надежности всей системы в целом и подсистем (анализ провести на основе графиков функции надежности, различного наклона графиков на разных временных промежутках и их высоте).

**Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определение параметра потока отказов.
2. Назовите свойства простейшего потока отказов.
3. Рассчитайте параметры потока отказов ковша как многоэлементной системы. Исходные данные приведены в таблице 6.1 раздаточного материала.
4. Результаты оформите в форме отчета.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

**Практическая работа № 7****Логико-вероятностные методы расчета надежности сложных систем****Цель работы:**

- изучить методику расчета надежности системы на основе использования логических высказываний и операций;
- рассчитать надежность системы на основе логико-вероятностного метода.

**Выполнив работу, Вы будете:****уметь:**

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

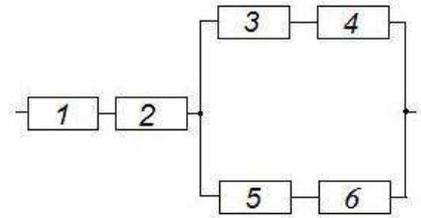
**Задание:**

1. Изучить методику расчета надежности системы на основе использования логических высказываний и операций;
2. Рассчитать надежность системы на основе логико-вероятностного метода.

**Контрольные вопросы и задания**

1. Объясните, как Вы понимаете существо логико-вероятностных методов расчета надежности систем.
2. Раскройте алгоритм расчета надежности с помощью логико-вероятностного метода для систем, имеющих параллельную структуру.

3. Определить вероятность безотказной работы системы состоящей из шести элементов, соединенных как показано на рис. 4.6. Вероятности безотказного состояния элементов за данное время равны  $p_1 = p_2 = 0.85$ ,  $p_3 = p_5 = 0.9$ ,  $p_4 = p_6 = 0.94$ .



**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

**Практическая работа № 8**

**Расчет надежности при основном соединении элементов в системе**

**Цель работы:**

- ознакомиться с методом расчета надежности системы, состоящей из последовательного соединения элементов;
- рассчитать показатели надежности при основном соединении элементов в системе.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

**Задание:**

- 1) ознакомиться с методом расчета надежности системы, состоящей из последовательного соединения элементов;
- 2) рассчитать показатели надежности при основном соединении элементов в системе.

**Контрольные вопросы и задания**

1. Какое соединение элементов называют основным?
2. Напишите основные аналитические соотношения расчета надежности при основном соединении элементов в системе.
3. Напишите основные аналитические соотношения расчета надежности при экспоненциальном законе надежности всех элементов системы.
4. Система состоит из 12600 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda_{cp} = 0.32 \cdot 10^{-6}$  1/час. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение  $t = 50$  час.
5. Система состоит из пяти приборов, среднее время безотказной работы которых равно:  $\tau_1 = 83$  ч;  $\tau_2 = 220$  ч;  $\tau_3 = 280$  ч;  $\tau_4 = 400$  ч;  $\tau_5 = 700$  ч. Для приборов справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы системы.
6. Прибор состоит из пяти блоков. Вероятность безотказной работы каждого блока в течение времени  $t = 50$  ч. равна:  $p_1(50) = 0.98$ ;  $p_2(50) = 0.99$ ;  $p_3(50) = 0.998$ ;  $p_4(50) = 0.975$ ;  $p_5(50) = 0.985$ . Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить вероятность и среднее время безотказной работы прибора.

**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

## Практическая работа № 9

### Расчет надежности систем с постоянным резервированием

#### Цель работы:

- ознакомиться с методом расчета надежности систем с постоянным резервированием;
- рассчитать показатели надежности при резервном соединении элементов в системе.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

#### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

#### Задание:

1. Ознакомиться с методом расчета надежности систем с постоянным резервированием;
2. Рассчитать показатели надежности при резервном соединении элементов в системе.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Какое резервирование называют постоянным?
2. Напишите основные аналитические соотношения расчета надежности при раздельном резервировании для экспоненциального закона надежности отдельных элементов.
3. Напишите основные аналитические соотношения расчета надежности при общем резервировании для экспоненциального закона надежности отдельных элементов.
4. Система состоит из 10 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента  $\tau = 100$  ч. Справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов. Основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы  $\tau_c$ , а также частоту отказов  $f_c(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  в момент времени  $t = 50$  ч для системы с постоянно включенным резервом.

#### Форма представления результата:

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.

## Практическая работа № 10

### Расчет надежности комбинированной схемы технической системы и повышение ее надежности

#### Цель работы:

- изучить методы преобразования комбинированных схем и оценки их показателей надежности;
- изучить методы повышения надежности;
- определить вероятности безотказной работы устройств с комбинированной структурной схемой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и подсистем мехатронных устройств и систем;
- определять показатели надежности систем управления.

#### Материальное обеспечение:

Индивидуальный раздаточный материал на данную тему.

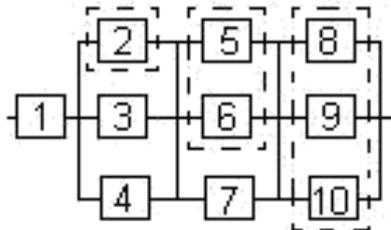
**Задание:**

1. Изучить методы преобразования комбинированных схем и оценки их показателей надежности;
2. Изучить методы повышения надежности;
3. Определить вероятности безотказной работы устройств с комбинированной структурной схемой

**Контрольные вопросы и задания**

1. Опишите способ преобразования сложной структуры с помощью эквивалентной замены треугольника звездой и обратно.
2. Опишите способ преобразования сложной структуры с помощью ее разложения по некоторому базовому элементу.
3. В чем заключается комбинаторный метод расчета системы “ $m$  из  $n$ ”.
4. По структурной схеме надежности технической системы и значениям интенсивностей отказов ее элементов  $\lambda_i$  определите вероятность безотказной работы системы для  $t = 10\ 000$  час. Значения интенсивностей равны:

$$\lambda_1 = 0,1; \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = 0,5; \lambda_5 = \lambda_6 = \lambda_7 = 0,2; \lambda_8 = \lambda_9 = \lambda_{10} = 0,01 \cdot 10^{-6} \text{ час}^{-1}.$$



**Форма представления результата:**

Выполнение индивидуального задания в раздаточном материале.