





1. **Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Методы и средства диагностирования» являются: приобретение студентами способности формулировать цели и задачи диаг- ностических исследований; обоснованно выбирать и применять на практике теоретиче- ские и экспериментальные методы и средства решения задач диагностирования; при- менять принципы планирования и методы автоматизации процесса диагностирования на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точно- сти и снижения затрат на его проведение.

# Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Методы и средства диагностирования» входит в профессиональный цикл образовательной программы по направлению подготовки электроника и микро- электроника.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, навыки), сформирован- ные в результате изучения следующих дисциплин: «Математика», «Планирование экс- перимента», «Методы математического моделирования» Знание указанных теоретиче- ских дисциплин обусловлено необходимостью в способности обучающегося применять статистические, вероятностные и прочие математические методы при создании автома- тизированных микропроцессорных систем диагностирования аналоговых и цифровых электронных устройств.

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для успешного прохождения государственной итоговой аттестации.

# Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы и средства диагностирова- ния» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Структурный элемент компетенции | Уровень освоения компетенций | | |
| Пороговый  уровень | Средний  уровень | Высокий  уровень |
| **Код и содержание компетенции** ПК-7 готовность осуществлять контроль соответст- вия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим  условиям и другим нормативным документам | | | |
| Знать | основные поня- тия теории тех- нического диаг- ностирования и общей теории на-  дежности | методы расчета основных показа- телей надежности и диагностирова- ния | статистические методы класси- фикации диагно- зов |
| Уметь: | производить рас- чет надежности электронных сис- тем | применять раз- личные методы автоматической классификации  диагнозов | разрабатывать  диагностические тесты различной сложности |
| Владеть: | навыками основ- ных математиче-  ских методов расчета и моде- | методами клас- сификации диаг-  нозов электрон- ных систем | средствами диаг- ностирования |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Структурный элемент компетенции | Уровень освоения компетенций | | |
| Пороговый  уровень | Средний  уровень | Высокий  уровень |
|  | лирования на-  дежности элек- тронных систем |  |  |

# Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 единиц 108 часа:

* аудиторная работа – 57 часов;
* самостоятельная работа – 15 часов;
* подготовка к экзамену – 36.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Виды учебной рабо- ты,  включая самостоя- тельную работу сту- дентов и  трудоемкость (в ча- сах)1 | | | | Формы текущего и промежуточного контроля успеваемо- сти | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич.  занятия | самост. раб. |
| 1. Введение в тех- ническую диагно-  стику |  |  |  |  |  |  | ПК-7 |
| 1.1. Понятие тех- нической диагно- стики. Термины и  определения. | 7 | 1 |  | 2 | 1 |  |  |
| 1.2. Цели и задачи технической диаг- ностики. Структу- ра технической  диагностики. | 7 | 1 |  | 2 | 1 |  |  |
| 1.3. Диагностиче-  ские параметры. | 7 | 1 |  | 2 | 1 |  |  |
| 1.4 Минимизация набора контроли- руемых парамет-  ров. | 7 | 2 |  | 2 | 1 |  |  |
| 1.5 Физические  методы контроля. | 7 | 2 |  | 2 | 1 |  |  |
| **Итого по разделу** | **7** | **7** |  | **10** | **5** | **Отчет по выполне- нию практического задания №1** |  |
| 2. Методы стати-  стических реше- ний. |  |  |  |  |  |  | ПК-7 |
| 2.1. Метод Байеса. | 7 | 2 |  | 4 | 1 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Виды учебной рабо- ты,  включая самостоя- тельную работу сту- дентов и  трудоемкость (в ча- сах)1 | | | | Формы текущего и промежуточного контроля успеваемо- сти | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич.  занятия | самост. раб. |
| 2.2. Метод после-  довательного ана- лиза. | 7 | 2 |  | 4 | 1 |  |  |
| 2.3. Метод мини-  мального риска. | 7 | 1 |  | 2 | 1 |  |  |
| 2.4. Метод мини-  мального числа ошибочных реше- ний. | 7 | 1 |  | 2 | 1 |  |  |
| 2.5. Метод мини-  макса | 7 | 1 |  | 4 | 1 |  |  |
| 2.6. Метод наи-  большего правдо- подобия. | 7 | 1 |  | 4 | 1 |  |  |
| **Итого по разделу** | **7** | **8** |  | **20** | **6** | **Индивидуальное**  **домашнее задание** |  |
| 3. Основы надеж-  ности электрон- ных средств | 7 |  |  |  |  |  | ПК-7 |
| 3.1. Основные  термины и опре- деления теории надежности. | 7 | 1 |  | 2 | 1 |  |  |
| 3.2. Характери- стики надежности радиоэлектронных  средств. | 7 | 1 |  | 2 | 1 |  |  |
| 3.3. Методы рас-  чета надежности электронных  средств. | 7 | 2 |  | 4 | 2 |  |  |
| **Итого по разделу** | **7** | **4** |  | **8** | **4** | **Отчет по выполне- нию практического**  **задания №2** |  |
| **Итого по дисцип-**  **лине** | **7** | **19** |  | **38** | **15** | **Экзамен** |  |

# Образовательные и информационные технологии

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого

процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых ре- зультатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологич- ность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понима- нии являются:

* детальное описание образовательных целей;
* поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результа- тов-целей;
* использование обратной связи с целью корректировки образовательного про- цесса;
* гарантированность достигаемых результатов;
* воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
* оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Выбирая ту или иную технологию работы со студентами, необходимо иметь в ви- ду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология, содержание, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью, а также условия, в которых она будет использоваться.

# Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел/ тема  дисциплины | Вид самостоятельной  работы | Кол-во  часов | Формы контроля |
| 1. Введение в техни-  ческую диагностику |  |  |  |
| 1.1. Понятие техни- ческой диагностики. Термины и опреде-  ления. | Углубленное изучение ма- териала по указанной теме. | 1 | Текущий контроль |
| 1.2. Цели и задачи технической диаг- ностики. Структура технической диаг-  ностики. | Углубленное изучение ма- териала по указанной теме | 1 | Текущий контроль |
| 1.3. Диагностиче-  ские параметры. | Углубленное изучение ма-  териала по указанной теме | 1 | Текущий контроль |
| 1.4 Минимизация  набора контроли- руемых параметров. | Углубленное изучение ма- териала по указанной теме | 1 | Текущий контроль |
| 1.5 Физические ме- тоды контроля. | Подготовка к выполнению практического задания №1. Подготовка отчета по ре- зультатам выполнения  практического задания №1. | 1 | Текущий контроль |
| **Итого по разделу** |  | **5** | **Отчет по выполне- нию практического**  **задания №1** |
| 2. Методы статисти-  ческих решений. | Углубленное изучение ма-  териала по указанной теме |  | Текущий контроль |
| 2.1. Метод Байеса. | Выполнение индивидуаль-  ного домашнего задания | 1 | Текущий контроль |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел/ тема  дисциплины | Вид самостоятельной  работы | Кол-во  часов | Формы контроля |
| 2.2. Метод последо-  вательного анализа. | Выполнение индивидуаль-  ного домашнего задания | 1 | Текущий контроль |
| 2.3. Метод мини-  мального риска. | Выполнение индивидуаль-  ного домашнего задания | 1 | Текущий контроль |
| 2.4. Метод мини-  мального числа ошибочных реше- ний. | Выполнение индивидуаль-  ного домашнего задания | 1 | Текущий контроль |
| 2.5. Метод мини-  макса | Выполнение индивидуаль-  ного домашнего задания | 1 |  |
| 2.6. Метод наи-  большего правдопо- добия. | Подготовка отчета по вы-  полнению индивидуально- го домашнего задания | 1 | Текущий контроль |
| **Итого по разделу** |  | **6** | **Индивидуальное**  **домашнее задание** |
| 3. Основы надежно-  сти электронных средств | Углубленное изучение ма-  териала по указанной теме |  | Текущий контроль |
| 3.1. Основные тер-  мины и определения теории надежности. | Углубленное изучение ма-  териала по указанной теме | 1 | Текущий контроль |
| 3.2. Характеристики  надежности радио- электронных  средств. | Углубленное изучение ма-  териала по указанной теме | 2 | Текущий контроль |
| 3.3. Методы расчета  надежности элек- тронных средств. | Подготовка к выполнению  практического задания №2. Подготовка отчета по ре- зультатам выполнения практического задания №2 | 6 | Текущий контроль |
| **Итого по разделу** |  | **4** | **Отчет по выполне- нию практического**  **задания №2** |
| **Подготовка к заче-**  **ту/ экзамену** |  | **36** | **Промежуточный**  **контроль** |
| **Итого по дисцип-**  **лине** |  | **51** | **Экзамен** |

**Перечень вопросов для подготовки к выполнению практического задания №1**

1. Определение интегральной и дифференциальной нелинейности сигнала ЦАП;
2. Определение коэффициента гармонических искажений сигнала ЦАП;
3. Измерения потребляемой мощности;
4. Определение характеристик проходного полосового фильтра;

# Перечень тем для подготовки к практическому заданию №2

1. Тесты характеризующие ошибки при передаче данных;
2. Тестирование шины I2C;
3. Аналоговый анализ цифрового сигнала;
4. Функциональные тесты памяти.

# Варианты индивидуального домашнего задания

Вариант №1 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 5% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  50*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  5. На графике

из п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса. Привести обоснование количества при- ближений для расчета граничного значения диагностического параметра.
2. Для п. 2,3 рассчитать вероятности пропуска цели и ложной тревоги.
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №2 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 10% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  59*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини- мального количества ошибочных решений отсортировать измерительные устройства на

два состояния:

*D*1 – исправное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. На графике из

п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу Неймана-Пирсона при *k*  1. Привести обоснование

количества приближений для расчета граничного значения диагностического парамет- ра.

1. Для п. 2,3 рассчитать вероятности пропуска цели и ложной тревоги.
2. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №3

ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 7% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  59*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  10. Необходи-

мо учесть зону неопределенности:

*C*0  4. На графике из п. 1 отобразить граничные

значения диагностического признака, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса без учета зоны неопределенности. При- вести обоснование количества приближений для расчета граничного значения диагно- стического параметра.
2. Для п. 2 построить зависимость граничного значения диагностического призна- ка от величины *C*0 .
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №4 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 5% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  50*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом Неймана-

Пирсона отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – исправное

состояние,

*D*2 – неисправное состояние. На графике из п. 1 отобразить граничное зна-

чение диагностического признака, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 по с учетом зоны неопределенности при *k*  1 и

*B*  0,01*A*. На

графике из п. 1 отобразить граничные значения диагностического признака, а также зо- ну неопределенности.

ка от

1. Для п. 2 построить зависимость граничного значения диагностического призна-

*P*1 .

1. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №5 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ-

лено, что в 5% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  50*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

* 1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
  2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  5. Сортировку

осуществлять при наличии зоны неопределенности: *C*0  4. На графике из п. 1 отобра- зить граничные значения диагностического признака.

* 1. Повторить п. 2 по методу Неймана-Пирсона при *k*  1, *B*  0,5  *A*.
  2. Для п. 3 построить зависимость ширины зоны неопределенности от величины

*B* .

4. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №6 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ-

лено, что в 10% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **1  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  59*Ом* , а среднеквадратичное отклонение ** 2  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини- мального количества ошибочных решений отсортировать измерительные устройства на

два состояния:

*D*1 – исправное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом

стоимость ложной тревоги и цена пропуска дефекта соответственно составляют. На графике из п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу Неймана-Пирсона с учетом зоны неопределенности:

*k*  1, *B*  0,001 *A* .

1. Выполнить п. 2 методом наибольшего правдоподобия.
2. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №7 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 7% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  4*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  45*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  4*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  2 . Требуется

учесть наличие зоны неопределенности с ценой за отказ распознавания *C*0  1. На гра- фике из п. 1 отобразить граничные значения диагностических признаков, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса без учета зоны неопределенности. При- вести обоснование количества приближений для расчета граничного значения диагно- стического параметра.
2. Для п. 3 построить зависимость среднего риска от соотношения *C*12 / *C*21 .
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №8 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 30% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение ** 10*Ом* . В

случае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение

сопротивления составляет *RИ*  65*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  8*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  50 . На графи-

ке из п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса. Привести обоснование количества при- ближений для расчета граничного значения диагностического параметра.
2. Построить зависимость среднего риска от величины *C*21 .
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №9 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 30% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  65*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  8*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини- мального количества ошибочных решений отсортировать измерительные устройства на

два состояния:

*D*1 – исправное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. На графике из

п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу Неймана-Пирсона при *k*  1. Привести обоснование

количества приближений для расчета граничного значения диагностического парамет- ра.

1. Для п. 3 построить зависимость граничного значения диагностического пара-

метра от значения

*P*1 .

1. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №10 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 15% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  40*Ом* , а среднеквадратичное отклонение ** 10*Ом* . В

случае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение

сопротивления составляет *RИ*  65*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  8*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  20 . Необхо-

димо учесть зону неопределенности:

*C*0  1. На графике из п. 1 отобразить граничные

значения диагностического признака, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса без учета зоны неопределенности. При- вести обоснование количества приближений для расчета граничного значения диагно- стического параметра.
2. Для п. 2 построить зависимость граничного значения диагностического призна- ка от величины *C*12 .
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №11 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 1% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  30*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  50*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом Неймана-

Пирсона отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – исправное

состояние,

*D*2 – неисправное состояние. На графике из п. 1 отобразить граничное зна-

чение диагностического признака, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 по с учетом зоны неопределенности при *k*  1 и

*B*  0,01*A*. На

графике из п. 1 отобразить граничные значения диагностического признака, а также зо- ну неопределенности.

1. Для п. 2 выполнить расчет вероятностей ложной тревоги и пропуска дефекта.
2. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №12 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 20% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  50*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100 и *C*21  60 . Сортиров-

ку осуществлять при наличии зоны неопределенности:

*C*0  2. На графике из п. 1 ото-

бразить граничные значения диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу Неймана-Пирсона при *k*  1,

*B*  0,1 *A*.

1. Для п. 3 построить зависимость ширины зоны неопределенности от величины

*A*

4. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №13 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ-

лено, что в 10% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **1  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  59*Ом* , а среднеквадратичное отклонение ** 2  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини- мального количества ошибочных решений отсортировать измерительные устройства на

два состояния:

*D*1 – исправное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом

стоимость ложной тревоги и цена пропуска дефекта соответственно составляют. На графике из п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Выполнить задание п. 2 по методу минимакса: *C*12  100 , *C*21  2 .
2. Для п. 2 и 3 выполнить расчеты вероятностей ложной тревоги и пропуска де- фекта. Рассчитать средний риск.
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №14 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 30% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  30*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  45*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  4*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  6 . Требуется

учесть наличие зоны неопределенности с ценой за отказ распознавания

*C*0  2. На

графике из п. 1 отобразить граничные значения диагностических признаков, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 без учета зоны неопределенности.
2. Для п. 3 построить зависимость ширины зоны неопределенности от величины

*P*1 .

1. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №15 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ-

лено, что в 7% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  59*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  10. Необходи-

мо учесть зону неопределенности:

*C*0  4. На графике из п. 1 отобразить граничные

значения диагностического признака, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса без учета зоны неопределенности. При- вести обоснование количества приближений для расчета граничного значения диагно- стического параметра.
2. Для п. 3 рассчитать значения вероятностей ложной тревоги и пропуска дефекта. Для п. 2 вычислить средний риск.
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №16 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 30% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  65*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  8*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10

чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* ,

*R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини- мального количества ошибочных решений отсортировать измерительные устройства на

два состояния:

*D*1 – исправное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. На графике из

п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу Неймана-Пирсона при *k*  1. Привести обоснование

количества приближений для расчета граничного значения диагностического парамет- ра.

1. Для п. 2, 3 рассчитать значения вероятностей ложной тревоги и пропуска де- фекта. Для п. 3 построить зависимость граничного значения параметра от величины *k* .
2. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №17 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 7% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  4*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  45*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  4*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  47*Ом* , *R*2  54*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  37*Ом* ,

*R*5  54,2*Ом* ,

*R*10  36*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  53*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  2 . Требуется

учесть наличие зоны неопределенности с ценой за отказ распознавания

*C*0  1. На гра-

фике из п. 1 отобразить граничные значения диагностических признаков, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса без учета зоны неопределенности. При- вести обоснование количества приближений для расчета граничного значения диагно- стического параметра.
2. Для п. 3 построить зависимость граничного значения параметра от величины

*C*21 .5. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №18 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 1% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери-

тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  30*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  50*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом Неймана-

Пирсона отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – исправное

состояние,

*D*2 – неисправное состояние. На графике из п. 1 отобразить граничное зна-

чение диагностического признака, а также зону неопределенности.

1. Повторить п. 2 по с учетом зоны неопределенности при *k*  1 и

*B*  0,01*A*. На

графике из п. 1 отобразить граничные значения диагностического признака, а также зо- ну неопределенности.

1. Для п. 3 построить зависимость левой границы зоны неопределенности от ве- личины *В*.
2. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №19 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ- лено, что в 5% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  7*Ом* . В слу-

чае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение со-

противления составляет *RИ*  50*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  3*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  5. На графике

из п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса. Привести обоснование количества при- ближений для расчета граничного значения диагностического параметра.
2. Выполнить п.2 по методу наибольшего правдоподобия.
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

Вариант №20 ЗАДАНИЕ 1. Методы статистических решений.

При диагностировании электромагнитного измерительного устройства установ-

лено, что в 30% случаев выход подобных устройств связаны с неисправностью измери- тельной катушки. При этом для исправного состояния среднее значение сопротивления

катушки составляет *RИ*  35*Ом* , а среднеквадратичное отклонение ** 10*Ом* . В

случае наличия недопустимых изменений в измерительном сигнале среднее значение

сопротивления составляет *RИ*  65*Ом* , а среднеквадратичное отклонение **  8*Ом* .

Выполнено измерение сопротивление измерительных катушек *N* 10 чувстви-

тельных элементов: *R*1  45*Ом* , *R*2  44*Ом* , *R*3  35*Ом* , *R*4  45*Ом* ,

*R*5  44,2*Ом* ,

*R*10  34,7*Ом* .

*R*6  38,5*Ом*,

*R*7  52*Ом* ,

*R*8  41,2*Ом* ,

*R*9  35,1*Ом* ,

1. Построить функции плотности вероятностей диагностического признака для исправного и неисправного состояний.
2. На основе данных о сопротивлении измерительных катушек методом мини-

мального риска отсортировать измерительные устройства на два состояния:

*D*1 – ис-

правное состояние,

*D*2 – неисправное состояние. При этом стоимость ложной тревоги

и цена пропуска дефекта соответственно составляют

*C*12  100

и *C*21  50 . На графи-

ке из п. 1 отобразить граничное значение диагностического признака.

1. Повторить п. 2 по методу минимакса. Привести обоснование количества при- ближений для расчета граничного значения диагностического параметра.
2. Для п. 2, 3 рассчитать значения вероятностей ложной тревоги и пропуска де- фекта.
3. Результаты вычислений свести в таблицы. Сделать выводы.

# Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации Перечень тем для подготовки к экзамену:

1. Цели и задачи технической диагностики.
2. Минимизация набора контролируемых параметров.
3. Структура технической диагностики.
4. Метод Байеса.
5. Математическая постановка задачи технического диагностирования.
6. Метод последовательного анализа.
7. Диагностические параметры.
8. Ложная тревога и пропуск цели. Средний риск.
9. Таблица функций неисправностей.
10. Метод минимального риска.
11. Энтропия системы.
12. Метод минимального числа ошибочных решений.
13. Измерение информации.
14. Метод минимакса.
15. Количественные показатели безотказности.
16. Метод Неймана-Пирсона.
17. Метод минимального риска при наличии зоны неопределенности.
18. Физические методы контроля в технической диагностике.
19. Энтропия системы, состояния которой распределены по нормальному закону
20. Понятия надежности
21. Отказы и неисправности
22. Системы и элементы
23. Единичные показатели безотказности
24. Зависимости между отдельными показателями надежности
25. Единичные показатели восстанавливаемости
26. Комплексные показатели надежности радиоэлектронных средств
27. Методы расчета надежности по внезапным отказам при последовательном со- единении элементов
28. Прикидочный расчет надежности
29. Ориентировочный расчет надежности
30. Окончательный расчет надежности

# Перечень рекомендуемой литературы:

1. **Ямпурин, Н.П** Основы надежности электронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.П.Ямпурин, А.В.Баранова ; под ред. Н.П.Ямпурина. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 240 с..
2. **Биргер, И.А.** Техническая диагностика / И.А. Биргер. – М.: «Машинострое- ние», 1987. – 240с.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируе- мыми результатами обучения):

* на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оцен- ки и вынесения критических суждений;
* на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
* на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения про- стых задач;
* на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуаль- ные навыки решения простых задач.

# Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины а) Основная литература:

1. **Григорьев, С.Н.** Диагностика автоматизированного производства. Монография

/ Григорьев С.Н., Гурин В.Д., Кзочкин М.П., Кузовкин В.А. – М.: Машиностроение, 2011. – 600с. режим доступа [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=2020](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2020)

1. **Аполлонский, С.М.** Надежность и эффективность электрических аппаратов // Аполлонский С.М., Куклев Ю.В. М.: Лань, 2011, – 448с. режим доступа [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=2034](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2034))

# б) Дополнительная литература:

1. **Ямпурин, Н.П** Основы надежности электронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.П.Ямпурин, А.В.Баранова ; под ред. Н.П.Ямпурина. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 240 с.
2. **Данилов, В.Н.** Диагностика и надежность автоматических систем. Учебное по- собие. / В.Н. Данилов. – М.: МГИУ, 2004. – 160с.
3. **Биргер, И.А.** Техническая диагностика / И.А. Биргер. – М.: «Машинострое- ние», 1987. – 240с.
4. **Острейковский, В.А.** Теория надежности. Учеб. для вузов / В.А. Острейков- ский. – М.: Высш. шк., 2003. – 463с.

# в) Методические указания:

1. **Петушков, М.Ю.** Реккурентный метод. Склеивание тестов: методические ука- зания к лабораторным работам по дисциплине «Методы и средства технической диаг- ностики электронных устройств» для студентов специальности 210106, направления 210100 / М.Ю. Петушков, А.С. Сарваров, Е.А. Завьялов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО

«МГТУ», 2010. – 9с.

1. **Петушков, М.Ю.** Нахождение неисправностей методом D-кубов: методиче- ские указания к лабораторным работам по дисциплине «Методы и средства техниче- ской диагностики электронных устройств» для студентов специальности 210106, на- правления 210100 / М.Ю. Петушков, – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 7с.
2. **Петушков, М.Ю.** Построение тестов цифровых структур методом таблиц функций неисправностей: методические указания к лабораторным работам по дисцип- лине «Методы и средства технической диагностики электронных устройств» для сту- дентов специальности 210106, направления 210100 / М.Ю. Петушков, А.С. Сарваров, – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 8с.

# г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. National Instruments Lab View 2012.
2. Mixed Signal Demo Box.

# Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

|  |  |
| --- | --- |
| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| Лекционная аудитория | Мультимедийные средства хранения, передачи и  представления информации |
| Лаборатория ауд. 459 | 1. National instruments PXI с набором модулей. 2. NI Mixed signal box 3. NI Chip Test Demo DUT 4. NI Memo DUT |