

ФГБОУ ВПО ДВГУПС

Кафедра «ЭтЭЭм»

**ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Задание на контрольную работу по  
дисциплине  
«Диагностика электрооборудования»

Хабаровск  
2019

## ВВЕДЕНИЕ

За длительное время в процессе эксплуатации объекты электроустановок подвергаются воздействию множества случайных причин, по-разному влияющих на их техническое состояние. Многообразие и стохастический характер воздействия эксплуатационных факторов на объекты ЭУ приводит к тому, что при одной и той же наработке или продолжительности эксплуатации даже однотипные объекты имеют различные технические состояния. В связи с этим наработка или календарный срок службы не могут характеризовать однозначно техническое состояние объектов в процессе эксплуатации. Таким образом, чтобы обеспечить принцип соответствия процесса технической эксплуатации объекта его техническому состоянию, необходимы систематические проверки – диагностирование.

Диагностирование возможно на всех стадиях жизненного цикла ЭУ: при проектировании, изготовлении (монтаже), эксплуатации. Результатом технического диагностирования является заключение о техническом состоянии объекта с указанием, при необходимости, места, вида и причины дефекта (неисправности). Следовательно, диагностирование должно быть согласовано с задачей и объемом системы ТО и ремонта определенной электроустановки или объекта.

Цели и задачи эксплуатации заключается в том, чтобы обеспечить исправное или работоспособное состояние техники на всех этапах жизненного цикла – от приобретения до списания. Объем технического обслуживания зависит от состояния, в котором пребывает объект. Обычно предусмотрены: осмотры; испытания (проверки); опробования; мелкий ремонт (устранение выявленных при проверке недостатков) не требующий специальных управляющих воздействии. Испытания (проверки) преследуют цель выявления скрытых дефектов оборудования и контроль за эксплуатационной надежностью и безопасностью обслуживания оборудования между двумя очередными ремонтами, которым, как правило, предшествует осмотр.

Приступая к выполнению контрольной работы, студент должен усвоить основные термины и определения технической диагностики: работоспособность, дефект, повреждение, отказ, наработка и продолжительность эксплуатации, ресурс, срок службы, ремонтпригодность, тестовое и рабочее диагностирование, диагностический признак, система диагностирования, диагностическая модель.

Далее необходимо восстановить в памяти основные положения теории вероятности и булевой алгебры. Для выполнения контрольной работы нужно также получить основные представления о методах диагностирования и алгоритмах поиска дефектов.

Вся контрольная работа разбита на отдельные задания, отражающие рациональную последовательность освоения материала курса.

## 1. МИНИМИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Для определения состояния объекта диагностирования необходимо составить алгоритм диагностирования. В настоящее время для автоматизации процессов диагностирования, сигналы, несущие информацию о состоянии объекта при его проверке, переводят в цифровой эквивалент. Следовательно, для определения технического состояния объекта необходимо уметь пользоваться методами алгебры логики.

В таблице 1.1 приведены выражения логических функций, которые необходимо минимизировать.

**Требуется:** выбрав выражение по последней цифре варианта, упростить его двумя методами:

- 1) используя основные соотношения алгебры логики;
- 2) методом карт Карно.

**Исходные данные:** приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1

Последняя цифра шифра	выражения логических функций
1	$\overline{x_1 + x_2 + x_3} \quad \overline{x_1 + x_2 + x_3} \quad \overline{x_1 + x_2 + x_3} \quad \overline{x_1 + x_2 + x_3} =$
2	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 =$
3	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 =$
4	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 =$
5	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 =$
6	$\overline{x_1 + x_2 + x_3} \quad \overline{x_1 + x_2 + x_3} \quad \overline{x_1 + x_2 + x_3} \quad \overline{x_1 + x_2 + x_3} =$
7	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 =$
8	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 =$
9	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 =$
0	$x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 =$

См. Браммер Ю.А., Пащук И.Н. Цифровые устройства: Учебное пособие. – Москва: Высш. школа, 2004. – с.: ил.

## 2. ПОСТРОЕНИЕ ПРОВЕРЯЮЩИХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

Техническое состояние объекта определяется с помощью тестов и алгоритмов диагноза. Для построения последних, необходимо формальное описание объекта и его поведения в исправном и неисправном состояниях. Объект представляется в виде функциональной модели – в ней учитываются логические связи (взаимодействие) между элементами (иначе говоря каким образом в процессе работы устройства передаются сигналы с одного элемента на другой). Устройство разбивается на функциональные блоки в зависимости от глубины поиска неисправностей. Состояние каждого блока оценивается как исправное или неисправное. Для уменьшения количества проверок в диагностируемом объекте нужно выбрать наиболее информативные из них. Процесс выбора осуществляется в процессе составления проверяющих и диагностических тестов по математической модели объекта. В данном случае таблице функций неисправности.

### Требуется:

- 1) По заданной функциональной модели объекта составить таблицу функций неисправности.
- 2) Построить проверяющий тест ( $T_{\Pi}$ ).
- 3) Построить диагностические тесты ( $T_{Д}^1, T_{Д}^2$ ).

**Исходные данные:** варианты функциональных моделей приведены в таблице 2.1 (выбираются по последней цифре шифра)

Таблица 2.1

Последняя цифра шифра	Функциональные модели объекта диагностирования
1	
2	
3	

Продолжение таблицы 2.1

Последняя цифра шифра	Функциональные модели объекта диагностирования
4	
5	
6	
7	
8	
9	
0	

См. Сапожников В.В. Основы технической диагностики: Учебное пособие для студентов вузов ж. д. транспорта. – Москва: Маршрут, 2004. - с

### ЗАДАЧА №3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ТРАНСФОРМАТОРА

Интенсивность старения изоляции трансформатора зависит от температуры и времени ее воздействия. Из-за сложности учета воздействия многих факторов как правило используется упрощенная математическая модель определения состояния трансформатора. Принимается, что при изменении температуры наиболее нагретой точки (ТННТ) на 60С скорость износа изоляции изменяется вдвое, а за единицу «нормального износа» берется износ изоляции в текущем цикле расчета при неизменной ТННТ обмотки, равной 98°С.

Для оценивания суммарного износа изоляции за продолжительное время контроля необходимо использовать информацию о фактической температуре окружающей среды, окружающего воздуха, температуре наиболее нагретой точки. Перечисленные значения необходимо учесть в алгоритме решения задачи.

#### Требуется:

1. Определить относительную степень износа трансформатора.
2. Определить остаточный ресурс трансформатора.
3. По результатам расчета построить зависимости  $I=f(T)$ ,  $\Theta=f(T)$  и  $F=f(T)$

#### Исходные данные:

- 1) Трансформатор типа ТДТН-40000/110-67.  $S_{ном}=40\text{MBA}$ .
- 2) Средние часовые нагрузки трансформатора ( $K = I/I_H$ ) для двух периодов (по последней цифре шифра).

Таблица 3.1

№	Средние часовые нагрузки трансформатора ( $K = I/I_H$ ) для двух периодов											
1	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>
	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>	<i>1,5</i>	<i>0,6</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>	<i>1,4</i>	<i>0,2</i>	<i>0,7</i>	<i>0,3</i>	<i>0,5</i>	<i>0,3</i>
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>	
<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>1,3</i>	<i>0,6</i>	<i>0,5</i>	<i>0,2</i>	<i>1,5</i>	<i>0,2</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0</i>	

Продолжение таблицы 3.1

№	Средние часовые нагрузки трансформатора ( $K = I/I_H$ ) для двух периодов											
2	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>
	0,5	0,4	1,3	0,6	0,5	0,2	1,5	0,2	0,4	0,3	0,4	0
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>	
0,7	0,7	0,6	1,5	0,6	0,3	1,4	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3	
3	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>
	0,7	0,6	1,5	0,6	0,3	0,6	0,5	0,2	1,5	0,2	0,4	0,3
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>	
0,7	0,8	1,5	0,5	0,4	0,2	1,2	0,6	0,1	0,3	0,5	0,7	
4	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>
	1,5	0,2	0,4	0,3	0	0,6	0,4	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>	
0,7	0,6	1,5	0,6	0,3	0,2	1,4	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3	
5	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>
	0,7	0,3	1,5	0,6	0,3	0,8	1,4	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
<i>0-1</i>	<i>1-2</i>	<i>2-3</i>	<i>3-4</i>	<i>4-5</i>	<i>5-6</i>	<i>6-7</i>	<i>7-8</i>	<i>8-9</i>	<i>9-10</i>	<i>10-11</i>	<i>11-12</i>	
1,5	0,2	0,4	0,3	0	0,6	0,4	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3	

Продолжение таблицы 3.1

№	Средние часовые нагрузки трансформатора ( $K = I / I_H$ ) для двух периодов											
<b>6</b>	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
	0,5	0,6	1,5	0,7	0,3	0,2	1,6	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
0,5	0,7	1,2	0,6	0,3	0,2	1,6	0,2	0,7	0,6	0,5	0,3	
<b>7</b>	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
	0,3	0,6	1,5	0,4	0,3	0,2	1,4	0,2	0,7	0,3	0,5	0,4
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
0,7	0,6	1,5	0,6	0,3	0,6	0,5	0,2	1,5	0,2	0,4	0,3	
<b>8</b>	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
	0,8	0,6	1,5	0,7	0,3	0,2	1,4	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
0,5	0,6	1,5	0,6	0,3	0,2	1,4	0,4	0,7	0,3	0,5	0	
<b>9</b>	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
	1,2	0,6	1,5	0,7	0,3	0,2	1,4	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
0,9	0,6	1,5	0,6	0,3	0,2	1,2	0,2	0,9	0,3	0,5	0,3	



Продолжение таблицы 3.1

№	Средние часовые нагрузки трансформатора ( $K = I/I_N$ ) для двух периодов											
0	<i>Весенне-летний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
	0,9	0,6	1,5	0,6	0,3	0,2	0	0,2	0,7	0,3	0,5	0,3
	<i>Осенне-зимний период</i>											
	<i>Интервалы измерений</i>											
0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
0,7	0,6	1,4	0,6	0,3	0,5	1,4	0,2	0,7	0,3	1,5	0,3	

3) Средняя температура охлаждающей среды :

-весенне-летний период  $\Theta = 20^{\circ}\text{C}$

-осенне-зимний период  $\Theta = 10^{\circ}\text{C}$

4) Базовая температура обмотки:  $\Theta_{\text{ННТБ}} = 98^{\circ}\text{C}$

5) Постоянная времени нагрева всего трансформатора с маслом:

$$\tau = 2,5\text{ч}$$

Принято, что при изменении температуры наиболее нагретой точки (ТННТ) на  $6^{\circ}\text{C}$  скорость износа изоляции изменяется в 2 раза ( $\Delta = 6^{\circ}\text{C}$ );  $y = 1.6$ .

См. Балабанов В.Н. Диагностика в системе технического обслуживания и ремонта электроустановок: Учебное пособие. – Хабаровск: ДВГУПС, 2003. - с

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабанов В.Н. Диагностика в системе технического обслуживания и ремонта электроустановок: Учебное пособие. – Хабаровск: ДВГУПС, 2003. - с

2. Сапожников В.В. Основы технической диагностики: Учебное пособие для студентов вузов ж. д. транспорта. – Москва: Маршрут, 2004. - с

3. Браммер Ю.А., Пащук И.Н. Цифровые устройства: Учебное пособие. – Москва: Высш. школа, 2004. – с.: ил.

4. Калявин В.П., Рыбаков Л.М., Надежность и диагностика электроустановок. Учебное пособие/ Мар.гос.ун-т. - : Йошкар-Ола, 2000. - с