

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
НИЖНЕКАМСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(филиал)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

**ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:**

**А.Л.ДУБОВ**

НИЖНЕКАМСК  
2012

## УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Выполнение контрольной работы – важный этап в процессе изучения теоретического материала; кроме этого, правильное решение задания является критерием степени усвоения материала учащимся.

В контрольную работу входит три вопроса. Номер варианта определяется по цифре учебного шифра учащегося. Все вопросы необходимо выполнять самостоятельно, опираясь на проработанный теоретический материал. В случае затруднений учащийся может обратиться в колледж за разъяснением.

При выполнении контрольных вопросов необходимо соблюдать следующие требования:

1. Контрольную работу надо выполнять строго в соответствии со своим вариантом в тетради школьного образца в клетку. Работа, выполненная не по варианту не засчитывается и возвращается.
2. Писать в тетради чернилами одного цвета, кроме красных. На каждой странице оставлять поля шириной 30, 40мм. для заметок преподавателя, а в конце работы оставлять чистый лист для рецензии.
3. В конце работы указать перечень используемой литературы и стандартов, поставить дату и подпись.
4. Каждый вопрос начинать писать с новой страницы. Текст вопроса или условие задачи переписывается полностью.
5. На теоретический вопрос давать краткий, но исчерпывающий, конкретный ответ, сопровождая его необходимыми поясняющими схемами или рисунками.
6. Графический материал должен выполняться четко под линейку.
7. Вычисления давать в развернутом виде, величины входящие в формулы, должны быть объяснены. Обязательно проставлять единицы измерения.
8. При использовании таблиц и других справочных материалов необходимо давать сноску на литературный источник или стандарт.
9. На обложке тетради указать фамилию, имя, отчество, наименование предмета, группу и шифр студента, а также точный почтовый индекс и адрес.
10. После получения зачетной работы студент должен внимательно изучить рецензию, дополнительно изучить материал по замечаниям, исправить ошибки и внести необходимые дополнения.

Незачтенная работа или выполняется заново или переделывается частично по указанию преподавателя.

К экзаменам допускаются только те студенты, которые выполнили контрольную работу, получили зачет по ней и зачет по лабораторным работам.

## **ВОПРОСЫ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ.**

### **ВАРИАНТ 1**

1. Принцип действия и принципиальная схема продольной дифференциальной защиты с циркулирующими токами.
2. Вычертите принципиальную схему и опишите принцип действия схемы АПВ.
3. Принцип выполнения и действия электромагнитных реле тока и напряжения.
4. Решить задачу

### **ВАРИАНТ 2**

1. Опишите принцип выполнения направленной максимальной токовой защиты. Вычертите принципиальную схему максимальной направленной защиты с токовым цусковым органом и трехфазным реле электростанции.
2. Способы регулировки напряжения на шинах подстанции.
3. Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и реле.
4. Решить задачу.

### **ВАРИАНТ 3**

1. Опишите принцип действия дистанционной защиты. Назовите основные органы дистанционной защиты и их назначение.
2. Опишите принцип действия и изобразите структурную схему автоматического включения резервного механизма.
3. Требования, предъявляемые к релейной защите.
4. Решить задачу

### **ВАРИАНТ 4**

1. Изобразите схему организации высокочастотного канала по линии электропередачи. Назначение элементов высокочастотной обработки каналов.
2. Опишите схему дистанционного управления выключателем.
3. Схемы соединения обмоток трансформаторов напряжения.
4. Решить задачу

### **ВАРИАНТ 5**

1. Принцип действия дифференциально-фазной защиты. Изобразите структурную схему дифференциально-фазной высокочастотной защиты, назовите основные органы этой защиты и их назначение.
2. Назовите основные виды противоаварийной автоматики.
3. Устройство и принцип работы трансформатора тока нулевой последовательности.
4. Решить задачу

### ВАРИАНТ 6

1. Принцип действия и принципиальная схема токовой отсечки. Выбор тока срабатывания защиты.
2. Назначение и область применения автоматического включения резерва (АВР). Схема АВР трансформаторов .
3. Векторная диаграмма токов и напряжений при однофазном замыкании на землю в сети с малым током замыкания на землю.
4. Решить задачу

### ВАРИАНТ 7

1. Принципиальная схема и принцип действия максимальной токовой защиты с пуском минимального напряжения.
2. Назначение автоматического повторного включения (АПВ). Изобразите схему и приведите описание работы трехфазного АПВ однократного действия.
3. Источники постоянного оперативного тока. Приведите принципиальную схему распределительной сети постоянного тока.
4. Решить задачу

### ВАРИАНТ 8

1. Ступенчатые токовые защиты нулевой последовательности в сети с большим током замыкания на землю.
2. Назначение и область применения переменного оперативного тока на электростанциях. Источники переменного оперативного тока.
3. Назначение и основные принципы выполнения автоматической частотной разгрузки (АЧР). Категории АЧР, их назначение.
4. Решить задачу

### ВАРИАНТ 9

1. Принцип действия максимальной токовой защиты. Выбор уставок, схемы защиты.
2. Изобразите принципиальную схему и приведите описание работы схемы АЧР с ЧАПВ.
3. Векторная диаграмма токов и напряжений при двухфазном КЗ.
4. Решить задачу

### ВАРИАНТ 10

1. Принцип действия и упрощенная принципиальная схема поперечной дифференциальной защиты двух параллельных линий.
2. Назначение и область применения автоматического включения резерва (АВР). Схема АВР трансформаторов .
3. Погрешность трансформаторов тока. Требования к точности работы.
4. Решить задачу

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по выполнению курсового проекта

### 1. Предварительные расчеты.

1.1. Рассчитать номинальные, пусковые и ударные пусковые токи электродвигателей.

Номинальный ток двигателя определяется как [1]:

$$I_{\text{ном.дв}} = \frac{P_{\text{ном.дв}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.л}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}, \text{ А,}$$

где  $P_{\text{ном}}$  - номинальная мощность двигателя, кВт;  $U_{\text{ном.л}}$  - номинальное линейное напряжение на обмотке статора, В;  $\eta$  - коэффициент полезного действия при номинальном моменте на валу двигателя;  $\cos \varphi$  - коэффициент мощности.

Пусковой ток двигателя:

$$I_{\text{п.дв}} = k_I \cdot I_{\text{ном.дв}}, \text{ А,}$$

где  $k_I$  – кратность пускового тока двигателя ( $k_I = 5 \dots 8$ ).

Ударный пусковой ток двигателя (амплитудное значение):

$$I_{\text{уд.п.}} = (1,2 \dots 1,4) \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{п}}, \text{ А,}$$

1	Номер варианта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	Номинальная мощность питающей системы, МВА	$S_{C1}$	2500	3000	4000	3500	2800	3200	2900	2700	2400	1900	3000	3700	
		$S_{C2}$	2000	2500	4500	3000	2600	2800	2600	2200	2000	1500	2600	3500	
3	Сопротивление питающей системы, приведенное к номинальной мощности, о.е.	$X_{Cmin}$	0,18	0,19	0,15	0,24	0,20	0,28	0,14	0,23	0,2	0,15	0,25	0,26	
		$X_{Cmax}$	0,2	0,25	0,22	0,26	0,30	0,32	0,17	0,25	0,25	0,21	0,31	0,34	
4	Напряжение системы	U	115	110	115	115	110	110	110	110	110	110	110	110	
5	Длина линий электропередачи, км	$LW_1$	20	19	35	15	20	10	8	16	30	25	34	26	
		$LW_2$	15	10	20	25	20	14	8	10	20	22	30	20	
		$LW_3$	2,5	1,5	1,6	1,7	1,9	1,5	1,8	2	4	1,5	1,9	2,5	
		$LW_4$	2,6	2,2	1,9	1,9	1,6	0,4	0,7	2,5	3,5	0,8	1,2	1,6	
6	Удельное сопротивление ЛЭП, Ом/км	$X_0$	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,42	0,4	0,42	0,32	0,35	
7	Номинальная мощность трансформатора, мВА	$S_{H1}, S_{H2}$	63	40	25	16	63	40	25	16	10	10	16	25	
		$S_{H3}, S_{H4}$	1,6	2,5	1,0	1,6	2,5	1,6	1,0	2,5	1,0	1,0	1,0	1,6	
8	Номинальное напряжение трансформатора, ТЗ,Т4 кВ	U	10	10	10	6	6	10	6	10	10	6	6	6	
			0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
9	Напряжение короткого замыкания и предел регулирования, %	$U_{KT1}, U_{KT2}$	10,5	10,3	10,4	10,4	10,6	10,7	10,2	10,5	10,5	10,4	10,5	10,5	
		$U_{KT3}, U_{KT4}$	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	
		$\alpha U_{T1}, \alpha U_{T2}$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	$\pm 16$	
10.	Мощность потребителей от шин 10(6) кВ, мВА	$S_1$	15	10	8	4	18	13	8	4	2,6	3	6	7	
		$S_2$	10	10	8	3	18	14	6	4	2	2,5	5	5	
11	Электродвигатели	$M_1$	СТД-8000-23УХЛ4				СТД – 1250 – 23УХЛЧ				СДН –15–76–643				
		$M_2$	СДН –14–49–643				A4 1000 кВт	A4 800 кВт	СДН- 14-49- 6У3	A4 1000 кВт	A 1000 кВт	A4 800 кВт	BAO 630 кВт	BAO 315 кВт	BAO 200 кВт
12	Время срабатывания потребителей от шин 10(6) кВ, с	$t_{s1}$	1,0	0,5	0,5	1,0	0,7	1,5	0,7	1,1	1,5	0,5	0,5	0,7	
		$t_{s2}$	0,5	0,8	0,5	1,0	0,5	0,5	0,7	0,5	1,0	0,6	0,5	0,7	
13	Мощность потребителей от шин 0,4 кВ, кВт	$P_{H1}$	500	350	400	450	350	450	400	200	300	250	200	350	
		$P_{H2}$	400	350	250	450	250	400	450						
14	Время срабатывания потребителей от шин 0,4 кВ, с	$t_{PH1}$	0,2	0,25	0,4	0,3	0,25	0,25	0,35	0,2	0,25	0,4	0,2	0,3	
		$t_{PH2}$	0,25	0,2	0,4	0,35	0,25	0,3	0,35	0,35	0,2	0,4	0,2	0,3	
15	Схему составить для		$M_1$	$M_2$	$W_3$	$W_2$	$W_4$	$T_4$	$T_2$	T1	T2	T3	T4	$W_1$	
16	Контр раб		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	

1.	Номер варианта		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2.	Номинальная мощность питающей системы, МВА	S <sub>C1</sub>	3500	3200	2000	3000	2900	3400	2700	1800	2500	3000	3200	3000
		S <sub>C2</sub>	2000	2500	4500	3000	2500	2800	2500	2000	2500	2500	3000	2800
3.	Сопротивление питающей системы, приведенное к номинальной мощности, о.е.	X <sub>Cmin</sub>	0,15	0,2	0,18	0,22	0,25	0,27	0,13	0,2	0,3	0,46	0,25	0,3
		X <sub>Cmax</sub>	0,2	0,25	0,22	0,26	0,30	0,32	0,17	0,25	0,35	0,5	0,3	0,35
4.	Напряжение системы	U	110	110	110	110	110	110	110	115	115	115	110	110
5.	Длина линий электропередачи, км	LW <sub>1</sub>	20	15	25	15	20	10	8	55	23	46	56	20
		LW <sub>2</sub>	15	10	20	25	20	15	8	50	20	40	50	26
		LW <sub>3</sub>	2,5	1,5	1,6	1,7	1,9	1,5	1,8	2,5	2,6	1,5	2,6	1,5
		LW <sub>4</sub>	2,8	2,0	1,8	1,8	1,6	0,6	0,7	2,8	2,0	1,3	1,0	1,3
6.	Удельное сопротивление ЛЭП, Ом/км	X <sub>0</sub>	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,4	0,42	0,4	0,42	0,4
7.	Номинальная мощность трансформатора, МВА	S <sub>H1</sub> , S <sub>H2</sub>	63	40	25	16	63	40	25	63	40	25	16	10
		S <sub>H3</sub> , S <sub>H4</sub>	1,6	2,5	1,0	1,6	2,5	1,6	1,0	2,5	2,5	1,6	1,6	1,6
8.	Номинальное напряжение трансформатора, ТЗ,Т4 кВ	U <sub>Вн</sub>	10	10	10	6	6	10	6	10	10	10	6	6
		U <sub>Нн</sub>	0,4	0,4	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
9.	Напряжение короткого замыкания и предел регулирования, %	U <sub>кТ1</sub> , U <sub>кТ2</sub>	10,5	10,3	10,4	10,4	10,6	10,7	10,2	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
		U <sub>кТ3</sub> , U <sub>кТ4</sub>	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
		α <sub>U<sub>T1</sub></sub> , α <sub>U<sub>T2</sub></sub>	± 16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16
10.	Мощность потребителей от шин 10(6) кВ, МВА	S <sub>1</sub>	15	10	8	4	18	13	8	15	15	10	4	4
		S <sub>2</sub>	10	10	8	3	18	14	6	15	10	8	4	2
11.	Электродвигатели	M <sub>1</sub>	СДН –15–76–643				СТД – 1250 – 23УХЛЧ				СТД-8000-23УХЛ4			
		M <sub>2</sub>	СДН –14–49–643				A4 1000 кВт	A4 800к Вт	СДН- 14-49- 6У3	A4 1000 кВт	СДН –15–76–643			
12.	Время срабатывания потребителей от шин 10(6) кВ, с	t <sub>S1</sub>	1,0	0,5	0,5	1,0	0,7	1,5	0,7	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0
		t <sub>S2</sub>	0,5	0,8	0,5	1,0	0,5	0,5	0,7	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0
13.	Мощность потребителей от шин 0,4 кВ, кВт	P <sub>H1</sub>	500	350	400	350	300	350	400	600	400	300	250	300
		P <sub>H2</sub>	500	300	350	350	250	400	450	400	400	300	250	200
14.	Время срабатывания потребителей от шин 0,4 кВ, с	t <sub>PH1</sub>	0,2	0,25	0,4	0,3	0,25	0,25	0,35	0,2	0,25	0,4	0,25	0,35
		t <sub>PH2</sub>	0,25	0,2	0,4	0,35	0,25	0,3	0,35	0,25	0,25	0,3	0,3	0,2
15.	Схему составить для		T <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	W <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	M1	M2	M1	M2	W <sub>1</sub>
16.	Конт раб		2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	3.1	3.2	3.3	3.4

1.	Номер варианта		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
2.	Номинальная мощность питающей системы, МВА	S <sub>C1</sub>	2500	3000	4000	3500	2800	3200	2900	3000	3000	2500	2500	2500
		S <sub>C2</sub>	2000	2500	4500	3000	2600	2800	2600	2500	3000	2500	2000	2000
3.	Сопротивление питающей системы, приведенное к номинальной мощности, о.е.	X <sub>Cmin</sub>	0,15	0,2	0,18	0,22	0,25	0,27	0,13	0,15	0,2	0,19	0,2	0,22
		X <sub>Cmax</sub>	0,2	0,25	0,22	0,26	0,30	0,32	0,17	0,2	0,26	0,24	0,22	0,5
4.	Напряжение системы	U	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
5.	Длина линий электропередачи, км	LW <sub>1</sub>	20	15	25	15	20	10	8	25	20	25	20	15
		LW <sub>2</sub>	15	10	20	25	20	15	8	20	20	25	20	10
		LW <sub>3</sub>	2,5	1,5	1,6	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	2,0	1,5	1,5	2,0
		LW <sub>4</sub>	2,8	2,0	1,8	1,8	1,6	0,6	0,7	2,2	2,5	2,0	2,0	2,0
6.	Удельное сопротивление ЛЭП, Ом/км	X <sub>0</sub>	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
7.	Номинальная мощность трансформатора, МВА	S <sub>H1,S<sub>H2</sub></sub>	63	40	25	16	63	40	25	10	25	16	40	16
		S <sub>H3,S<sub>H4</sub></sub>	1,6	2,5	1,0	1,6	2,5	1,6	1,0	1,0	1,6	1,0	2,5	1,0
8.	Номинальное напряжение трансформатора, ТЗ,Т4кВ	U <sub>ВН</sub>	10	10	10	6	6	10	6	10	10	10	10	10
			0,4	0,4	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
9.	Напряжение короткого замыкания и предел регулирования, %	U <sub>кТ1,U<sub>кТ2</sub></sub>	10,5	10,3	10,4	10,4	10,6	10,7	10,2	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
		U <sub>кТ3,U<sub>кТ4</sub></sub>	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
		αU <sub>T1, αU<sub>T2</sub></sub>	± 16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16	±16
10.	Мощность потребителей от шин 10(6) кВ, МВА	S <sub>1</sub>	15	10	8	4	18	13	8	4	10	6	10	10
		S <sub>2</sub>	10	10	8	3	18	14	6	4	10	6	8	8
11.	Электродвигатели	M <sub>1</sub>	СДН –15–76–643				СТД – 1250 – 23УХЛЧ				СТД-8000-23УХЛ4			
		M <sub>2</sub>	СДН –14–49–643				A4 1000 кВт	A4 800к Вт	СДН- 14-49- 6У3	A4 1000 кВт	A4 1000 кВт	A4 800к Вт	СДН- 14-49- 6У3	A4 1000 кВт
12.	Время срабатывания потребителей от шин 10(6) кВ, с	t <sub>S1</sub>	1,0	0,5	0,5	1,0	0,7	1,5	0,7	1,0	0,5	0,5	1,0	0,7
		t <sub>S2</sub>	0,5	0,8	0,5	1,0	0,5	0,5	0,7	0,5	0,8	0,5	1,0	0,5
13.	Мощность потребителей от шин 0,4 кВ, кВт	P <sub>H1</sub>	500	350	400	350	300	350	400	500	350	400	350	300
		P <sub>H2</sub>	500	300	350	350	250	400	450	500	300	350	350	250
14.	Время срабатывания потребителей от шин 0,4 кВ, с	t <sub>PH1</sub>	0,2	0,25	0,4	0,3	0,25	0,25	0,35	0,2	0,25	0,4	0,3	0,25
		t <sub>PH2</sub>	0,25	0,2	0,4	0,35	0,25	0,3	0,35	0,25	0,2	0,4	0,35	0,25
15.	Схему составить для		T <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>	M1
16.	Контр раб		3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6