

Варианты распределения работ при техническом обслуживании РЗА

В действующих руководящих документах [1, 2] предусмотрено 11 вариантов распределения работ по техническому обслуживанию отличающихся продолжительностью цикла ТО, видом оборудования и условиями его эксплуатации (табл. 1).

Таблица 1. Распределение в РД видов ТО по годам эксплуатации для циклов различной продолжительности.

Цикл ТО, лет	Годы эксплуатации																Вариант	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16
12	H	K1			O		K		O		K		B		O			*1
8	H	K1			K		O		B		O		K		O			*2
	H	K1			K				B				K				B	*3
	H	K1			K				B				K				B	*4
	H	K1					B						B					*5
6	H	K1		K			B			K			B			K		*6
	H	K1		K			B			K			B			K		*7
	H	K1		K			B		K		K		B		K			*8
	H	K1		K			B		K		K		B		K			*9
	H	K1	B				B			B			B					*10
3	H	K1		B			B			B			B					*11
	H	K1		B			B			B			B					*11

*1 В помещениях I категории, вариант 1 [1]

*2 В помещениях I категории, вариант 2 [1]

*3 Для элементов подстанций 110-750 кВ на электромеханической элементной базе [2]

*4 Для элементов электростанций, установленных в помещениях I категории (ГЩУ, БЩУ, релейные щиты) [2]

*5 Для расцепителей автоматов напряжением до 1000 В [2]

*6 Для элементов подстанций 110-750 кВ на микроэлектронной элементной базе [2]

*7 Для элементов электростанций, установленных в помещениях II категории (КРУ 6кВ, РУСН 0,4 кВ) [2]

*8 В помещениях I категории, вариант 3 [1]

*9 В помещениях II категории, вариант 1 [1]

*10 В помещениях II категории, вариант 2 [1]

*11 Для элементов электростанций, установленных в помещениях III категории (повышенная вибрация) [2]

Виды технического обслуживания РЗА и их условные обозначения установлены действующими руководящими документами, при этом в [2] опробование и тестовый контроль рассматриваются как два разных вида работ, а в [1] – как один (табл. 2).

Таблица 2 Виды технического обслуживания

Плановые:	[41]	[42]	Условное обозначение
Проверка при новом включении (наладка)	+	+	H
Первый профилактический контроль	+	+	K1
Профилактический контроль	+	+	K
Профилактическое восстановление (ремонт)	+	+	B
Опробование		+	O
Тестовый контроль		+	(T) ¹
Опробование (тестовый контроль)	+		O
Технический осмотр	+		-
Внеплановые:			
Внеочередная проверка	+	+	
Послеаварийная проверка	+	+	

¹ Согласно [2] тестовый контроль (Т) РЗА на микроэлектронной базе проводится не реже 1 раза в год.

В [1] тестовый контроль (опробование) устройств на микроэлектронной базе рекомендуется проводить еженедельно на подстанциях с дежурным персоналом, а на подстанциях без дежурного персонала — по мере возможности, но не реже одного раза в 12 мес.

Указанные выше виды технического обслуживания РЗА выполняют в определенной последовательности в течение цикла, определенного в РД как промежуток времени между двумя *профилактическими восстановлениями В*.

РД рекомендуют выбирать продолжительность цикла технического обслуживания в годах из ряда {12, 8, 6, 3} [1] или {8, 6, 3} [2] в зависимости от типа устройства РЗА и условий его эксплуатации, определяемых прежде всего **категорией помещения** (табл. 3).

Таблица 3 Характеристики категории помещений

Помещение	РД [1]	РД [2]
I категории	Закрытые, сухие отапливаемые помещения.	Сухие отапливаемые помещения с наличием незначительной вибрация и запыленности, в которых отсутствуют ударные воздействия (ГЩУ, БЩУ, релейные щиты).
II категории	Помещения с большим диапазоном колебаний температуры окружающего воздуха, в которых имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха (металлические помещения, ячейки типа КРУН, КТП и др.), а также помещения, находящиеся в районах с повышенной агрессивностью среды.	Помещения с большим диапазоном колебаний температуры окружающего воздуха, незначительной вибрацией, наличием одиночных ударов, возможностью существенного запыления (панели РУСН 0,4 кВ, релейные отсеки КРУ 6 кВ)
III категории	-	Помещения с наличием постоянной значительной вибрации (камера АГП, зоны вблизи вращающихся машин).

Тем не менее, анализ указанных документов и фактического содержания работ для каждого из вариантов циклов ТО показывает, что распределение видов технического обслуживания по годам эксплуатации задаётся прежде всего **продолжительностью цикла**, а не **категорией помещения**.

Например, 6-ти летние циклы ТО для РЗА, установленных в помещениях *I категории* (табл. 11, вариант *⁸) или в помещениях *II категории* (табл. 1, вариант *⁹) идентичны по составу проверок, последовательности и периодичности их проведения [1].

Аналогичный вывод можно сделать относительно шестилетних циклов ТО (см. в табл.1 вариант *⁶ и вариант *⁷) для элементов подстанций 110-750 кВ на микроэлектронной элементной базе и элементов электростанций, установленных в помещениях *II категории* (КРУ 6кВ, РУСН 0,4 кВ).

Сравнение текстов РД [1, 2] показывает, что два варианта трехлетних циклов ТО (см. табл. 1, вариант *¹⁰ и вариант *¹¹) отличаются только временем проведения первого профилактического контроля **К1**.

Вывод об идентичности состава проверок, последовательности и периодичности их проведения можно сделать для разных восьмилетних циклов ТО (вариант *³ и вариант *⁴), рекомендованных в [2] для элементов подстанции 110-750 кВ на электромеханической элементной базе и элементов электростанций, установленных в помещениях *I категории* (ГЩУ, БЩУ, релейные щиты).

Более того, трехлетние (варианты *¹⁰ и *¹¹) и один из шестилетних (вариант *⁷) циклов ТО также отличаются только временем проведения первого профилактического контроля **К1** (см. табл. 1).

Все варианты циклов ТО, установленные в руководящих документах, начинаются с наладки **Н** (см. табл. 1). Через некоторый промежуток времени после наладки необходимо проведение первого профилактического контроля **К1**, после чего с достаточно большой вероятностью можно считать, что **приработочные** отказы выявлены и устранены².

Согласно [1] первый профилактический контроль устройств РЗА должен проводиться через 10-18 месяцев после включения устройства в работу.

В РД [2] об этом же написано так: «... срок ...определяется в основном двумя противоречивыми факторами. С одной стороны, необходимо некоторое время для проявления скрытых дефектов и, следовательно, чем больше это время, тем вероятнее их проявление. С другой стороны, с увеличением интервала между включением устройства в эксплуатацию и первым профилактическим контролем увеличивается вероятность неправильной работы устройства».

Установление единого срока для проведения первого профилактического контроля – 1-й год эксплуатации – позволяет не только обеспечить одинаковый подхода к процессам ТО разных устройств РЗА, но сократить количество вариантов распределения видов ТО с 11 (см. табл. 1) до 7 (табл. 4).

Таблица 4 Семь вариантов распределения видов ТО по годам эксплуатации для циклов различной продолжительности³

Цикл ТО, лет	Годы эксплуатации																Вариант	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16
12	Н	К1			О		К		О		К		В		О			*1
8	Н	К1			К		О		В		О		К		О			*2
	Н	К1			К				В				К				В	*3
6	Н	К1					В						В					*5
	Н	К1		К			В			К			В			К		*6
	Н	К1			К		В		К		К		В		К			*7
3	Н	К1		В			В			В			В					*10

Установив единый срок проведения первого профилактического контроля **К1**, обратимся к тестовому контролю (**Т**). В рассматриваемых РД [1, 2] про этот вид работ сказано следующее:

1. «Тестовый контроль проводится для устройств, имеющих встроенные средства ручного тестового контроля» [1].

2. «Для устройств РЗА на микроэлектронной элементной базе, имеющих встроенные средства ручного тестового контроля, до первого профилактического контроля проводится тестовый контроль этих устройств» [2].

В современных цифровых устройствах релейной защиты и автоматики тестовый контроль представляет собой самый эффективный способ их проверки на всех этапах эксплуатации – при наладке, первом профилактическом контроле, перед ремонтом и т.д.

Поэтому представляется нецелесообразным для устройств РЗА, имеющих встроенную систему тестового контроля, проводить тестовый контроль перед первым профилактическим контролем, как это рекомендовано в [1, 2]⁴.

² В табл. 27 время проведения этой работы для вариантов *1, *2, *8, *9, *10 обозначено неопределенно – первый или второй годы эксплуатации РЗА, а для вариантов *3, *4, *5, *6, *7, *11 конкретно – 1-й год эксплуатации.

³ Исключены одинаковые варианты *4, *8, *9, *11 и установлено единое время проведения первого профилактического контроля **К1** (ср. табл. 27 и 31).

⁴ Исключение составляют расцепители автоматов напряжением до 1000 В с циклом ТО 6 лет, не имеющие встроенных средств тестового контроля (см. табл.27, вариант *5).

Учитывая изложенное, целесообразно предусмотреть проведение тестового контроля (**Т**) в те годы, когда для всех вариантов не предусмотрено выполнение каких-либо работ по ТО (см. 2, 5, 7, 11, 13 годы эксплуатации в табл. 4).

В действующих РД [1, 2] предусмотрено два варианта распределения работ для 6-ти летнего цикла ТО (варианты *⁶, *⁷, табл. 1), в которых профилактический контроль **К**⁵ выполняется через год после первого профилактического контроля **К1**

Отличия вариантов состоит как в разных сроках проведения профилактического контроля **К** (3-й или 4-й годы) после первого профилактического контроля **К1**, так и в разных интервалах между профилактическим контролем **К** и профилактическим восстановлением **В** (2 года и 1 год).

Учитывая, что вариант *⁶ (см. табл. 1) предусмотрен в [2] для самых тяжелых условий эксплуатации РЗА в установках напряжением 110-750 кВ, представляется целесообразным распространить его и на РЗА, используемые в установках напряжением от 0,4 до 35 кВ.

В табл. 1 (см. варианты *², *³ и *⁴), составленной на основании РД [1, 2], указано три варианта распределения работ для 8-ми летнего цикла ТО.

Варианты *² и *³, отличаются временем проведения первого профилактического контроля и наличием обязательного опробывания **О**.

В РД [2] об опробывании РЗА сказано: *«Необходимость и периодичность проведения опробований определяется по местным условиям и утверждается решением главного инженера предприятия.»*

Опробование устройств АВР СН ТЭС должно проводиться оперативным персоналом не реже одного раза в шесть месяцев, а устройств АВР элементов питания СН - не реже одного раза в год. Правильная работа устройств в период за 3 месяца до намеченного срока может быть засчитана за проведение очередного опробования».

В РД [1] введение опробывания в 8-ми и 12-ти летние циклы ТО комментируется так: *«В таблице указаны обязательные опробывания. Кроме того, опробования рекомендуется производить в годы, когда не выполняются другие виды обслуживания. Если при проведении опробования или профилактического контроля выявлен отказ устройства или его элементов, то производится устранение причины, вызвавшей отказ, и при необходимости в зависимости от характера отказа - профилактическое восстановление».*

«Назначением периодических опробований является дополнительная проверка работоспособности наименее надежных (по опыту эксплуатации – авт.) элементов устройств РЗА: реле времени с часовым механизмом, технологических датчиков, приводов коммутационных аппаратов (дополнительных механизмов)» [4].

Самый продолжительный цикл технического обслуживания – 12 лет – рекомендован в [1] для устройств, устанавливаемых в помещениях I категории. В этом цикле предусмотрено выполнение обязательного тестового контроля (опробывания) **О** в 4, 8 и 14 годы эксплуатации (см. табл. 1). Для обеспечения единого подхода к техническому обслуживанию РЗА в начальный период эксплуатации целесообразно и для 12-ти летнего цикла проводить первый профилактический контроль **К1** в первый год эксплуатации.

⁵ Профилактический контроль **К** заключается в проверке работоспособности всего устройства РЗА для выявления и устранения возникающих в процессе эксплуатации неисправностей, способных вызвать излишние срабатывания или отказы срабатывания устройств РЗА.

Все сказанное позволяет уменьшить общее количество вариантов распределения работ в циклах ТО разной продолжительности с 11 (см. табл. 1) до 5 (табл. 5)⁶.

Таблица 5. Пять вариантов распределения видов ТО по годам эксплуатации для циклов различной продолжительности

Цикл ТО, лет	Годы эксплуатации																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12	Н	К1	(Т)		О	(Т)	К	(Т)	О		К	(Т)	В	(Т)	О		
8	Н	К1	(Т)		К	(Т)	О	(Т)	В		О	(Т)	К	(Т)	О		В
6 ⁷	Н	К1					В						В				
6	Н	К1	(Т)	К		(Т)	В	(Т)		К		(Т)	В	(Т)		К	
3	Н	К1	(Т)	В		(Т)	В	(Т)		В		(Т)	В	(Т)		В	

Обратимся теперь к определению длительности цикла ТО для устройств РЗА. Косвенно продолжительность цикла ТО в рассматриваемых РД связана со сроком службы устройств РЗА следующим образом:

«Указанные в таблице (см. таблицу 1 – авт.) циклы технического обслуживания относятся к периоду эксплуатации устройств РЗА, соответствующему полному сроку службы устройств. По опыту эксплуатации устройств РЗА на электромеханической элементной базе, установленных в помещениях I категории, полный средний срок их службы составляет 25 лет и для устройств, установленных в помещениях II категории, 20 лет.

В технической документации по устройствам РЗА на микроэлектронной и электронной базе полный средний срок службы установлен, как правило, 12 лет⁸. Эксплуатация устройств РЗА на электромеханической, микропроцессорной и электронной базе сверх указанных сроков может быть допущена только при удовлетворительном состоянии и сокращении цикла технического обслуживания, устанавливаемого руководством предприятия» [2].

«Наибольшее количество отказов электронной техники происходит в начале и в конце срока службы, поэтому рекомендуется устанавливать для этих устройств укороченные периоды между проверками в первые два-три года и после 10–12 лет эксплуатации. Периоды эксплуатации между двумя ближайшими профилактическими восстановлением для этих устройств в первые годы эксплуатации рекомендуется устанавливать не более 6 лет. По мере накопления опыта эксплуатации цикл технического обслуживания может быть увеличен до 12 лет» [1].

Помимо этого, в РД [1] приведены такие критерии выбора продолжительности цикла ТО:

«Для устройств РЗА цикл технического обслуживания устанавливается от трех до двенадцати лет.....

Цикл технического обслуживания для устройств РЗА, установленных в помещениях I категории, принимается равным 12, 8 или 6 годам, а для устройств РЗА, установленных в помещениях II категории, принимается равным 6 или 3 годам в зависимости от типа устройств РЗА и местных условий, влияющих на ускорение износа устройств.

⁶ Первый профилактический контроль **К1** проводится в первый год эксплуатации, а через год после выполнения профилактического восстановления **В** или профилактического контроля **К** проводится обязательное опробывание (тестовый контроль) **О**.

⁷ Расцепители автоматических выключателей напряжением до 1000 В без встроенных средств ручного тестового контроля [2]

⁸ Для устройств ЦРЗА производства НТЦ «Механотроника» срок службы установлен 15 лет при 10-ти летнем гарантийном сроке

Периоды эксплуатации между двумя ближайшими профилактическими восстановлениями для...устройств (на электронной элементной базе – авт.) ...рекомендуется устанавливать не более 6 лет.

...Для неотчетственных присоединений в помещениях II категории продолжительность цикла ТО может быть увеличена...не более, чем в два раза».

Из приведенных цитат следует:

- цикл ТО продолжительностью 12 лет не рекомендуется применять для любых РЗА, установленных в помещениях II категории;
- цикл ТО продолжительностью 3 года не рекомендуется применять для любых РЗА, установленных в помещениях I категории;
- наибольший по продолжительности цикл ТО не может превышать 16 лет.

Конкретные продолжительности циклов ТО в [1] не установлены ни для одного из типов устройств РЗА.

В РД [2] выбор продолжительности цикла ТО обоснован так:

«В зависимости от типа устройств РЗА и условий их эксплуатации в части воздействия различных факторов внешней среды цикл технического обслуживания уста-новлен от трех до восьми лет.

...Цикл технического обслуживания расцепителей автоматов всех типов принят равным шести годам.

...Для устройств РЗА электрических присоединений подстанций 110-750 кВ, в том числе повысительных подстанций электростанций, цикл технического обслуживания принят равным восьми годам для устройств на электромеханической элементной базе и шести годам - на микроэлектронной базе»⁹.

«...Для устройств РЗА электрических станций цикл технического обслуживания зависит от категорий помещений, в которых они установлены (см. табл. 2).

...Цикл технического обслуживания устройств РЗА в зависимости от категории помещения, где установлено устройство, принят равным соответственно восьми, шести и трем годам.

...Для неотчетственных присоединений напряжением 0,4 - 6 кВ электростанций продолжительность цикла технического обслуживания устройств дистанционного управления и сигнализации может быть увеличена вдвое по сравнению с продолжительностью цикла технического обслуживания устройств РЗА этих присоединений (но не более чем до восьми лет).

...В отдельных обоснованных случаях продолжительность циклов технического обслуживания устройств РЗА может быть сокращена... Решение по этому вопросу должно приниматься на уровне энергосистемы для устройств РЗА главной схемы электростанций, а также оборудования и линий электропередачи, находящихся в ведении или управлении диспетчера энергосистемы. Для устройств РЗА СН электростанций и остальных устройств РЗА подстанций решение принимается на уровне предприятия...».

Из приведенных цитат следует (табл. 6):

- наибольший по продолжительности цикл ТО для любых устройств РЗА (кроме расцепителей автоматических выключателей) не может превышать 8 лет;

- конкретные продолжительности циклов ТО установлены только для расцепителей автоматических выключателей (6 лет), устройств РЗА на микроэлектронной элементной базе (6 лет) и электромеханической элементной базе (8 лет).

⁹ Указанные продолжительности циклов ТО не зависят от категории помещений, в которых установлены устройства РЗА

- продолжительность циклов ТО для устройств РЗА на электромеханической и микроэлектронной элементной базе фактически **не зависит** от категории помещения, в котором они расположены.

Таблица 6 Продолжительности циклов ТО, установленные в руководящих документах

Цикл ТО, лет	РД [1]			РД [2]	
	Помещения I категории	Помещения II категории	Расцепители автоматических выключателей напряжением до 1000 В без встроенных средств ручного тестового контроля	Устройства РЗА электрических присоединений подстанций 110-750 кВ и повысительных подстанций электростанций	
12	+ ¹⁰	-	-	-	-
8	+ ¹⁰	+ ¹⁰	-	-	+ ¹¹
6	+	+	+	+	+ ¹²
3	-	+	+	-	-

Главный вывод, который можно сделать из произведенного сравнения РД [1, 2] – для всех устройств РЗА и расцепителей автоматических выключателей без встроенного тестового контроля можно рекомендовать всего четыре разных варианта продолжительности циклов ТО, не зависящих от места установки РЗА. При этом проведение тестового контроля (**Т**) предусмотрено в те годы, когда не выполняются какие-либо работ

Для автоматических выключателей со встроенными средствами тестового контроля предлагается установить цикл ТО продолжительностью 6 лет, как и для РЗА на электронной элементной базе (табл. 7).

Таблица 7 Предлагаемые варианты распределения работ в циклах ТО различной продолжительности.

Цикл ТО, лет	Годы эксплуатации																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12 ¹³	Н	К1	(Т)		О	(Т)	К	(Т)	О		К	(Т)	В	(Т)	О		
8 ¹⁴	Н	К1	(Т)		К	(Т)	О	(Т)	В		О	(Т)	К	(Т)	О		В
6 ¹⁵	Н	К1	(Т)	К		(Т)	В	(Т)		К		(Т)	В	(Т)		К	
3 ¹⁶	Н	К1		В			В			В			В			В	

Литература

1. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ. РД 153-34.3-35.613-00// Российское акционерное общество энергетики и электрификации "ЕЭС РОССИИ". Департамент научно-технической политики и развития, М.: 2001

2. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кв. РД 34.35.617-89.// Служба передового опыта ПО "Союзтехэнерго", М.: 1989

¹⁰ Кроме РЗА на электронной элементной базе

¹¹ Кроме РЗА на электромеханической элементной базе

¹² Кроме РЗА на микроэлектронной элементной базе (устройства, измерительная и логическая части которых в основном выполнены на интегральных микросхемах).

¹³ Устройства РЗА на микропроцессорной элементной базе со сроком службы более 12 лет

¹⁴ Устройства РЗА на электромеханической элементной базе

¹⁵ Устройства РЗА на электронной и микропроцессорной элементной базе со сроком службы до 12 лет и расцепители автоматических выключателей со встроенными средствами ручного тестового контроля

¹⁶ Расцепители автоматических выключателей напряжением до 1000 В без встроенных средств ручного тестового контроля