



РОСЭНЕРГОАТОМ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДИВИЗИОН РОСАТОМА

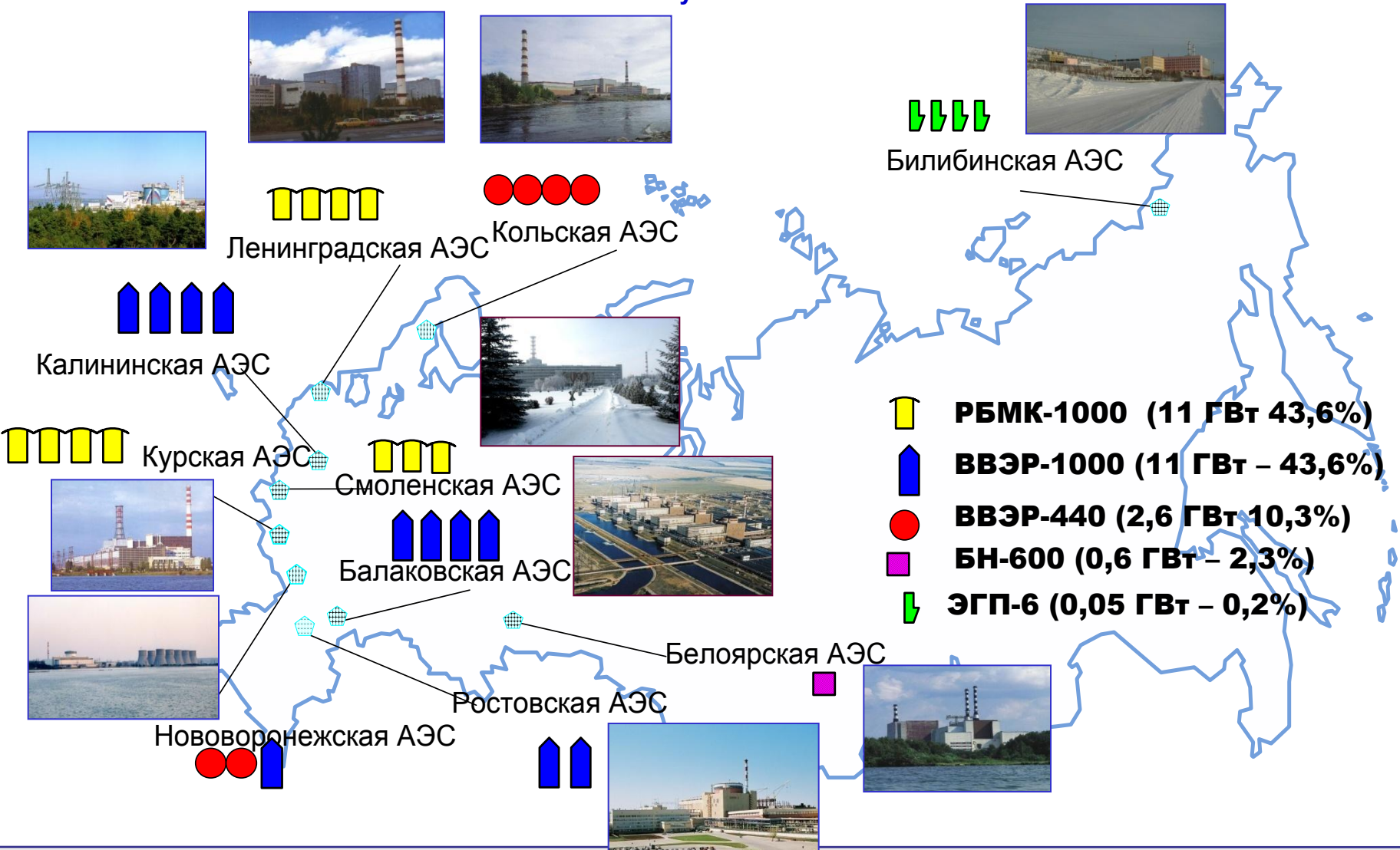
Политика ОАО «Концерн Росэнергоатом» в области повышения надёжности электротехнического оборудования АЭС

Докладчик: гл. эксперт Департамента инженерной поддержки

В. Э. Куриленко

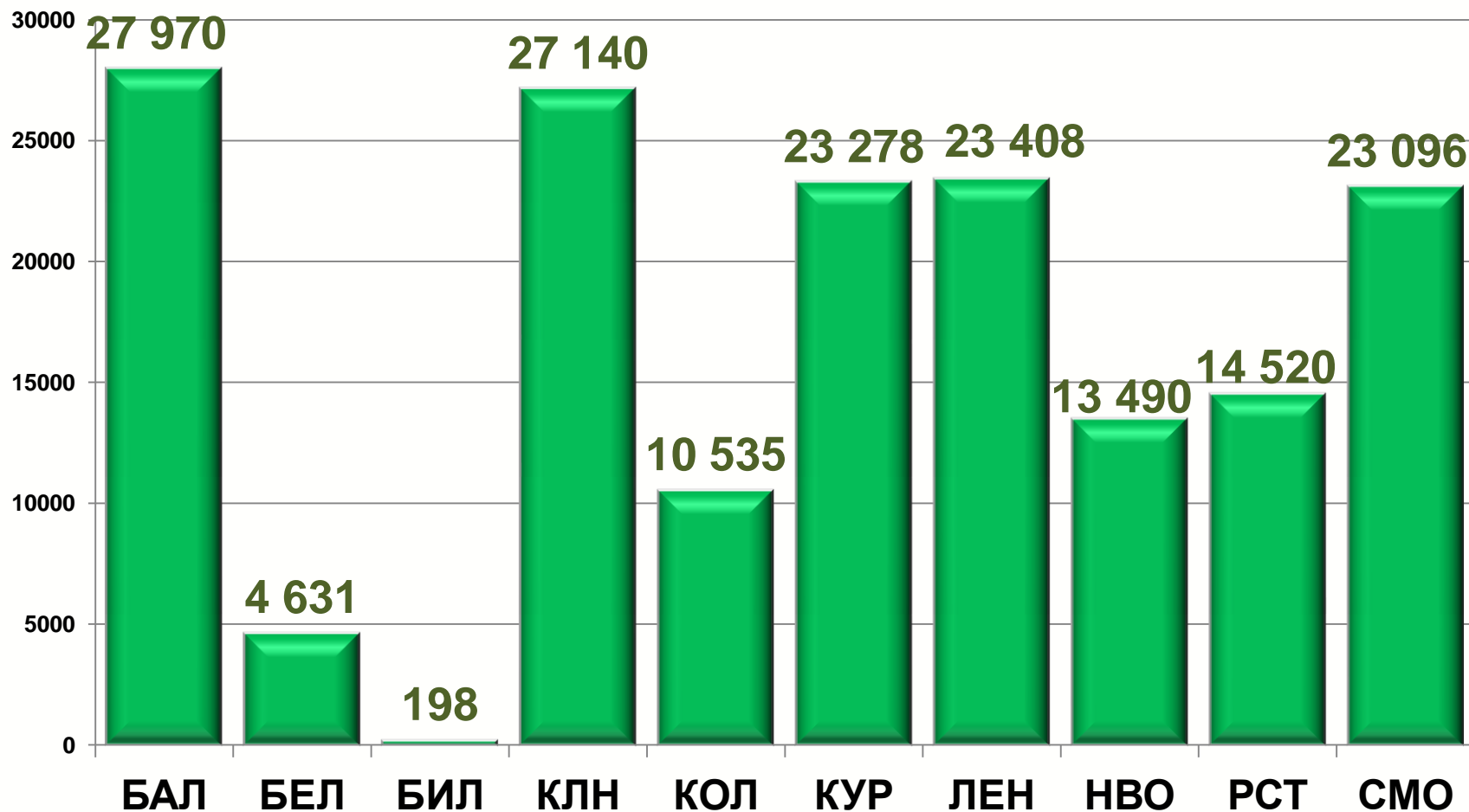
АЭС России, находящиеся в режиме промышленной эксплуатации

10 АЭС, 33 блока, $N_{уст.} = 25242$ МВт



Баланс ФСТ по выработке электроэнергии на 2014 ГОД (млн.кВт.ч)

ИТОГО: 168 267 млн.кВт.ч



Нарушения в работе ЭТО за 9 месяцев 2014г.

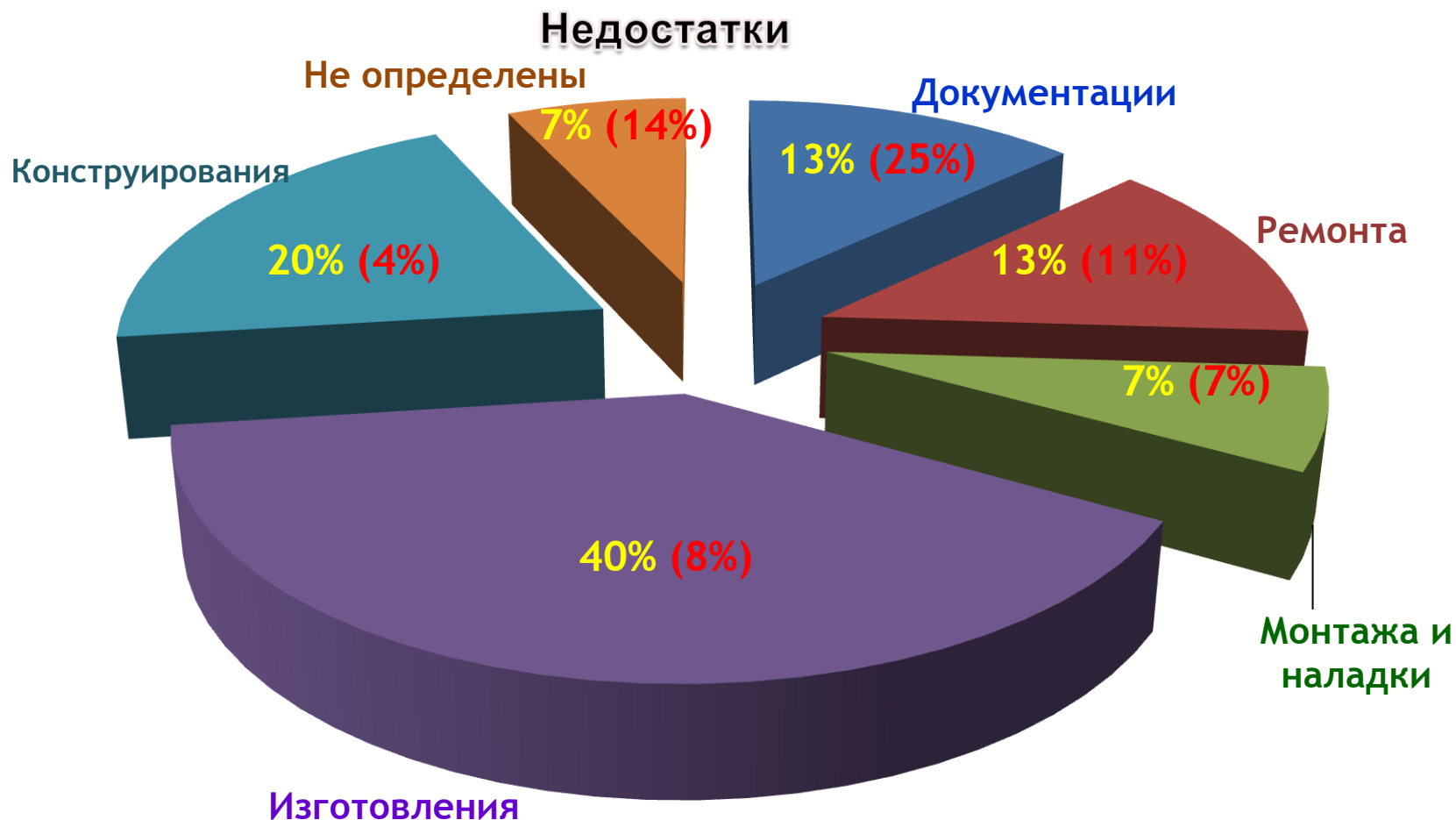
За 9 месяцев 2014 г. на АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» произошло 87 нарушений в работе электротехнического оборудования (ЭТО), подлежащих расследованию. Из них 10 – подлежащих расследованию в соответствии с НП-004-08 (Положение о порядке расследования и учета нарушения в работе атомных станций).

Общее количество нарушений в работе АЭС вследствие отказов ЭТО за 2010 - 2014 г.

Отказы	2010г. / 1-3кв.	2011г. / 1-3кв.	2012 г./ 1-3кв.	2013 г./ 1-3кв.	1-3кв. 2014 г.
Электро- оборудование (всего)	130/99	129/94	142/112	105/86	87
Из них учитываемые по НП-004-08	18/11	26/ 15	24/18	16/14	10



Коренные причины нарушений в работе ЭТО за 9 месяцев 2014 г.



В скобках - данные за 9 месяцев 2013 г. В отчетах по расследованию нарушений 2014 г., в отличие от 2013 г., отсутствуют такие причины, как недостатки управления и организации, проектирования.



Выводы

- ❑ В 2014 году, аналогично ситуации в 2010-2013 гг., наибольшее количество отказов имеют устройства РЗА, оборудование ОРУ, а также электродвигатели, кабели и токопроводы.
- ❑ В отличие от прошлых лет, когда значительная доля отказов была вызвана недостатками документации (25%) и организации эксплуатации (18%), в текущем году в качестве основных коренных причин отказов ЭТО определены недостатки изготовления (40%), конструирования (20%).
- ❑ Уменьшилась доля отказов (7%) с невыявленными причинами, что свидетельствует об улучшении качества исследований.
- ❑ Недостатки ТОиР, монтажа и наладки, несвоевременное принятие мер по замене и обеспечению расходными материалами в сумме составляют более 20% отказов.
- ❑ В целом отмечается тенденция к уменьшению количества нарушений в работе электрооборудования в 2014 году, что свидетельствует о положительных результатах выполнения мероприятий по повышению надежности работы электрооборудования АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом», в т.ч. и реализация программ замены оборудования.



Программы замены электротехнического оборудования

Основная задача при эксплуатации ЭТО АЭС – поддержание достигнутых основным технологическим оборудованием коэффициента использования установленной мощности и коэффициента готовности энергоблоков АЭС, не допуская разгрузки или отключения энергоблоков от сети из-за аварийного выхода из строя ЭТО. Плановая и последовательная реализация запланированных программ и мероприятий позволит качественно улучшить состояние и надёжность эксплуатации электрооборудования АЭС.

На основе анализа показателей надёжности работы ЭТО и по критерию выработки установленного срока эксплуатации в 2010-2011 гг. ДИП было разработано 12 программ замены ЭТО ОАО «Концерн Росэнергоатом».

Программы по повышению надежности ЭТО



Основная программа повышения надежности ЭТО :

«Комплексная программа мероприятий по повышению надежности электротехнического оборудования АЭС на период до 2015 года» АЭСПРГ-77К(04-03)2012.

В рамках выполнения отраслевых мероприятий по повышению надежности ЭТО разработаны программы по замене электротехнического оборудования:

Программы по замене оборудования

1. Программа модернизации и восстановления ресурса генераторного оборудования ОАО «Концерн Росэнергоатом» производства ОАО «Силовые машины» на период до 2015 года с целью увеличения межремонтных циклов в условии повышения уровня мощности» № ПРГ-47К(04-02)2010.
2. Программа замены генераторных выключателей №АЭСПРГ–91К(04-03) 2011.
3. Программа замены трансформаторов напряжения сети генераторного напряжения АЭСПРГ–89К(04-03) 2011.
4. Программа «Замена трансформаторов напряжения ОРУ 110-750 кВ на АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» по критерию выработки установленного срока эксплуатации» АЭСПРГ-57К(04-03)2010.
5. Программа «Замена маслонаполненных трансформаторов тока, установленных на ОРУ 150, 220 кВ АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» на период 2011-2014гг.» № АЭСПРГ-110К(04-03)2010.
6. Программа замены маслонаполненных трансформаторов тока 110 кВ, установленных на ОРУ (ЗРУ) АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» № АЭСПРГ–90К(04-03) 2011.

Программы по замене оборудования

7. Программа «Замена выключателей ОРУ 110-750 кВ на АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» по критерию выработки установленного срока эксплуатации» АЭС ПРГ-56К(04-03)2010.
8. Программа замены шунтирующих реакторов ОРУ 500-750 кВ на АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» № АЭС ПРГ-83К(04-03)2011.
9. Программа замены разрядников и выработавших ресурс ОПН № АЭС ПРГ-88К(04-03) 2011.
10. Программа «Замена устройств РПН силовых трансформаторов СН АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом». АЭС ПРГ-55К(04-03) 2010.
11. Программа «Замена устройств релейной защиты и электроавтоматики энергоблоков атомных электростанций». АЭС ПРГ-54К(04-03) 2010.

Разработка технической политики ОАО «Концерн Росэнергоатом в области обеспечения надежной эксплуатации ЭТО АЭС».

В соответствии с договором ОАО «Концерн Росэнергоатом» и ОАО «ВНИИАЭС» в 2015 году планируется разработать окончательную редакцию документа «Техническая политика ОАО «Концерн Росэнергоатом» в части обеспечения надежной эксплуатации электротехнического оборудования АЭС».

Реализованные программы замены ЭТО

В соответствии с приказом концерна от 22.02.2006 № 126 «О повышении надёжности работы трансформаторов тока ОРУ АЭС» 10.05.2006 был разработан и утверждён «График замены трансформаторов тока типа ТФРМ, установленных на ОРУ 330, 500, 750 кВ АЭС концерна «Росэнергоатом» на период 2006-2010гг.».

20.08.2007 на основании данных анализа повреждаемости трансформаторов тока типа ТФРМ был откорректирован и утверждён «Детальный график поставок оборудования для замены трансформаторов тока типа ТФРМ, установленных на ОРУ 330, 500, 750 кВ АЭС концерна «Росэнергоатом» на период 2007-2009 гг.».



Результаты реализации программы замены трансформаторов тока (ТТ) типа ТФРМ

В период с 2002 по 2010 гг. на ОРУ АЭС произошло 35 нарушений в работе ТТ типа ТФРМ производства Запорожского завода высоковольтной аппаратуры. С 2006 по 2010 гг. произведена полная замена ТТ типа ТФРМ на ОРУ АЭС класса напряжения 330, 500, 750 кВ на более современные взрывопожаробезопасные элегазовые ТТ типов «SAS» (“Trench”, Германия) и «TG» («ABB», Италия).

После замены 630 фаз ТТ на ОРУ АЭС 330, 500, 750 кВ и завершения их приработочного периода нарушения в работе ТТ отсутствуют.

2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	2	7	5	8(1)	4(2)	3(2)	5(1)	0	0	0	0

Изменение количества отказов ТТ на ОРУ 330-750 кВ в 2002-2014 гг. (в скобках указано количество отказов нового оборудования).

Трансформаторы тока SAS 800 КЛНАЭС



Результаты реализации программы замены генераторных трансформаторов напряжения (ТН)

Следующая реализованная программа замены ЭТО – «Программа замены трансформаторов напряжения сети генераторного напряжения № АЭСПрГ–89К(04-03) 2011», в соответствии с которой на АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом» осуществлена замена ТН типа ЗНОЛ (Свердловский завод трансформаторов тока) на ТН типов GSES, GSZS фирмы «RITZ» (Германия) и типа ТЭС 7 фирмы «ABB» (Чехия).

В период с 2002 по 2013 гг. на АЭС произошло 24 нарушения в работе ТН генераторного напряжения. После реализации программы в ноябре 2013г. нарушения в работе новых ТН отсутствуют.

2002	2003	2004	2005	2007	2010	2011	2012	2013	2014
1	1	3	2	3	4	4	3	3	0

Изменение количества отказов ТН генераторного напряжения в 2002-2014 гг.

Генераторные трансформаторы напряжения типов GSES и GSZS БИЛАЭС

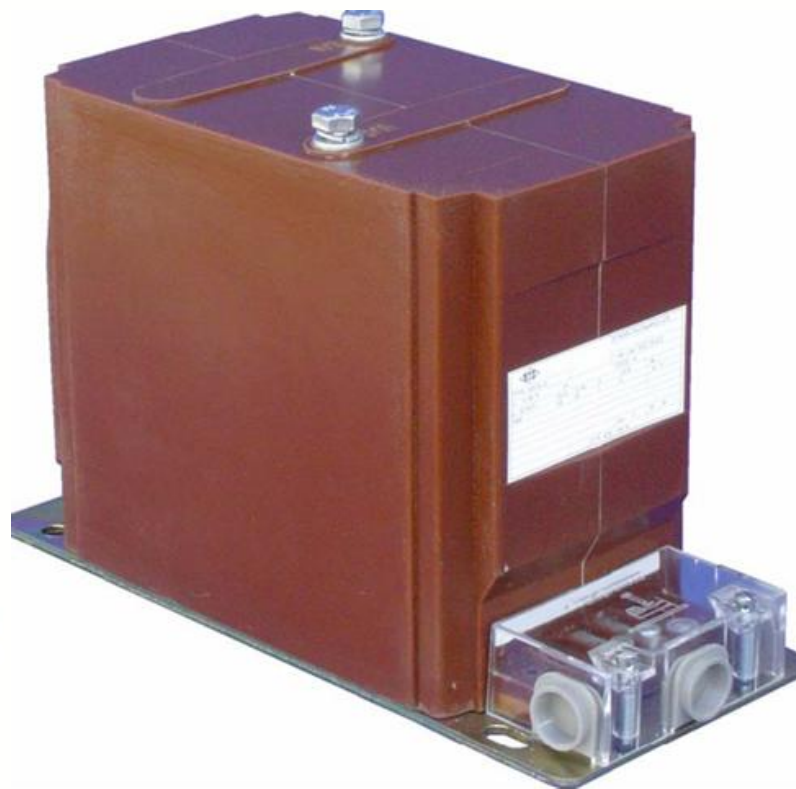
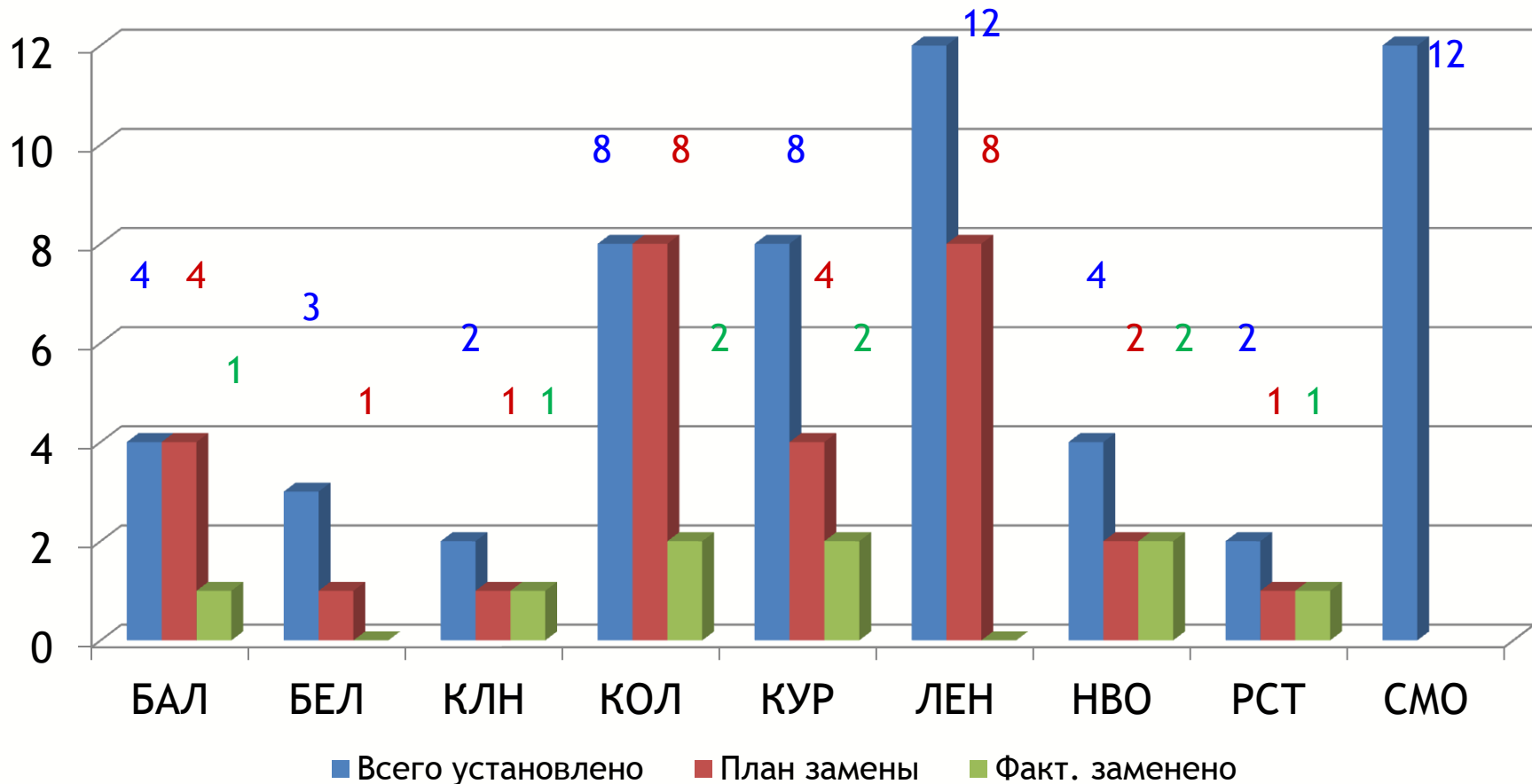


График замены генераторных выключателей до 2016 г.

АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, комплектов	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСРГ-91К(04-03) 2011		
					2014г. план/факт	2015г.	2016г.
БАЛ	24	4	4	1	1/0	1	1
БЕЛ	20	3	1	-	-	-	1
КЛН	24	2	1	1	Замена не предусмотрена		
КОЛ	15,75	8	8	2	-	2	4
КУР	20	8	4	2	-	-	2
ЛЕН	20	12	8	-	-	4	4
НВО	20	4	2	2	Замена не предусмотрена		
РСТ	24	2	1	1	Замена не предусмотрена		
СМО	20	12	-	-	Замена не предусмотрена		
Итого		55	29	9	1/0	7	12

Выполнение графика замены генераторных выключателей на АЭС



Генераторный выключатель НЕС-8 РСТАЭС



График замены ТН ОРУ 110-750 кВ до 2016 г.

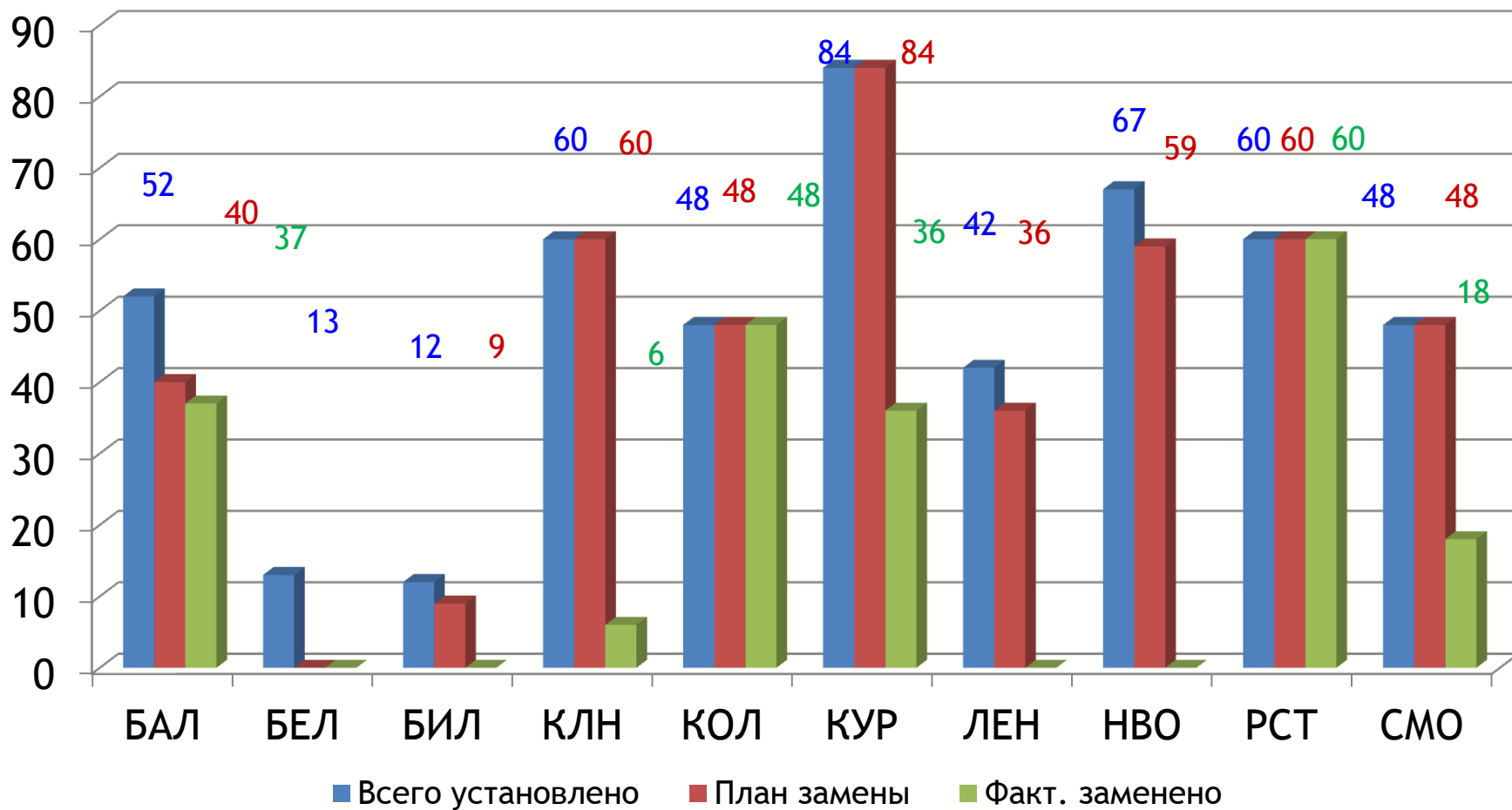
АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСРГ-57К(04-03)2010		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
БАЛ	220	7	7	7	Выполнено 3/0	-	-
	500	45	33	30			
БЕЛ	110	6	6	6	Программа выполнена		
	220	7	7	7			
БИЛ	110	12	9	-	3/0	6	-
КЛН	330	18	18	-	-	9	9
	750	42	42	6	-	18	18
КОЛ	110	9	9	9	Программа выполнена		
	150	6	6	6			
	330	33	33	33			
КУР	110	3	3	3	Выполнено 18/0 12/0	-	-
	330	39	39	21			
	750	42	42	12			

График замены ТН ОРУ 110-750 кВ до 2016 г.

Продолжение таблицы замены ТН

АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСПРГ-57К(04-03)2010		
					2014 г. план/факт.	2015 г.	2016 г.
ЛЕН	110	9	9	-	-	6	3
	330	24	24	-	-	-	24
	750	9	3	-	-	-	3
НВО	110	8	Вывод	-	-	-	-
	220	23	23	-	3/0	12	8
	500	36	36	-	24/0	12	-
РСТ	220	15	15	15	Программа выполнена		
	500	45	45	45			
СМО	330	18	18	18	3/3	Выполнено	-
	500	12	12	-	-	-	12
	750	18	18	-	-	-	18
Итого		486	457	218	63/3	63	113

Выполнение графика замены ТН ОРУ 110-750 кВ на АЭС



Трансформаторы напряжения БАЛАЭС



ТН TEMP-550



ТН SVS-550

График замены ТТ ОРУ 110-750 кВ до 2016 г.

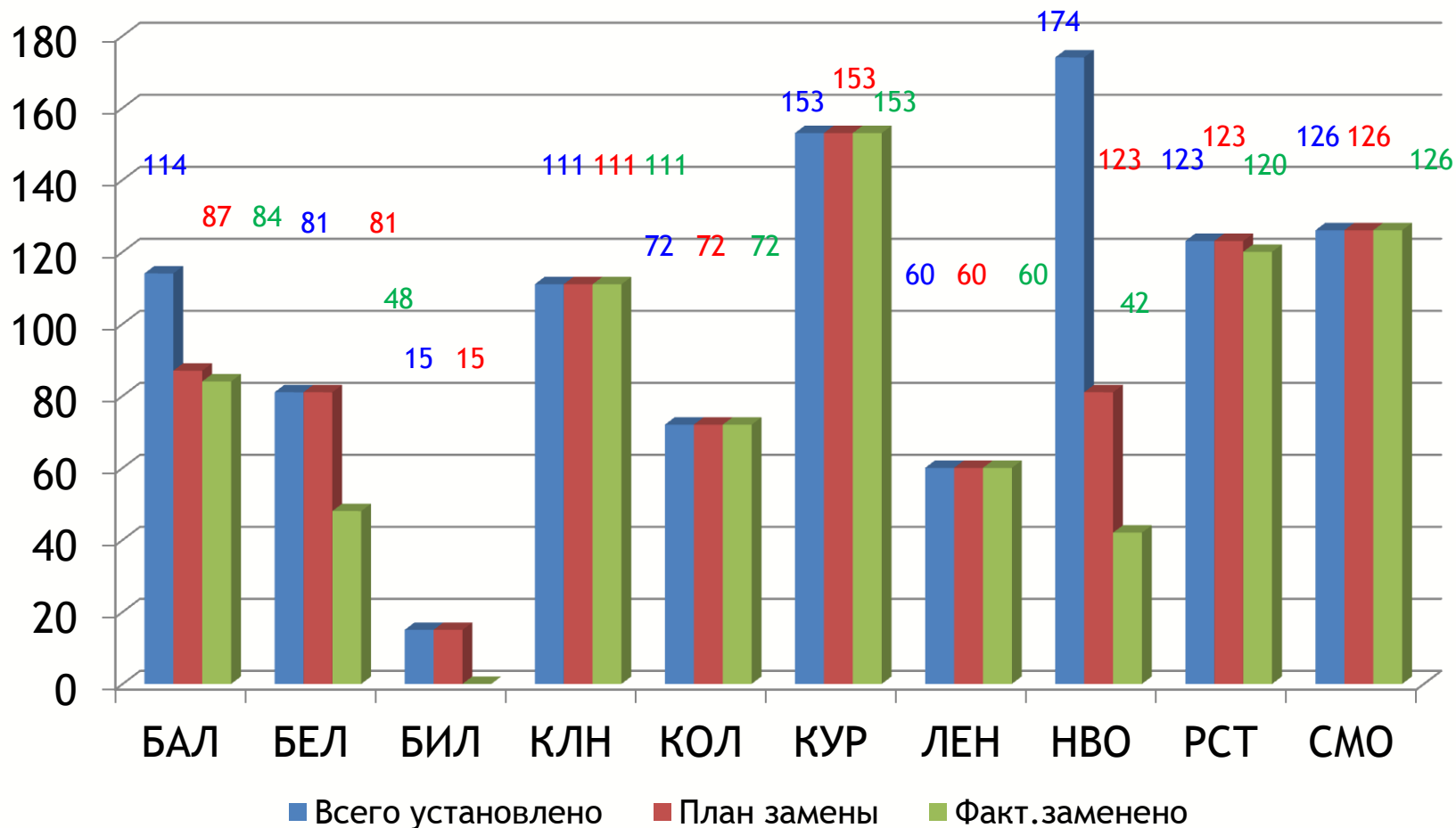
АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСРГ-110К(04-03)2010		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
БАЛ	220	36	36	36	Выполнено 3/0	-	-
	500	78	51	48			
БЕЛ	110	42	42	30	12/0	-	-
	220	39	39	18	12/0	9	-
БИЛ	110	15	15	0	6/0	9	-
КЛН	330	51	51	51	Программа выполнена		
	750	60	60	60			
КОЛ	110	12	12	12	Программа выполнена		
	150	6	6	6			
	330	54	54	54			
КУР	110	6	6	6	Программа выполнена		
	330	81	81	81			
	750	66	66	66			

График замены ТТ ОРУ 110-750 кВ до 2016 г.

Продолжение таблицы замены ТТ

АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСРПГ-110К(04-03)2010		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
ЛЕН	330	45	45	45	Программа выполнена		
	750	15	15	15			
НВО	110	36	Вывод	0	19/0	32	24
	220	90		75			
	500	48		6			
РСТ	220	60	60	60	Выполнено	-	-
	500	63	63	60			
СМО	330	36	36	36	Программа выполнена		
	500	51	51	51			
	750	39	39	39			
Итого		1029	909	816	61/0	50	24

Выполнение графика замены ТТ ОРУ 110-750 кВ на АЭС



Элегазовые ТТ типа SAS -550 НВОАЭС



График замены высоковольтных выключателей (ВВ) ОРУ 110-750 кВ до 2016 г.

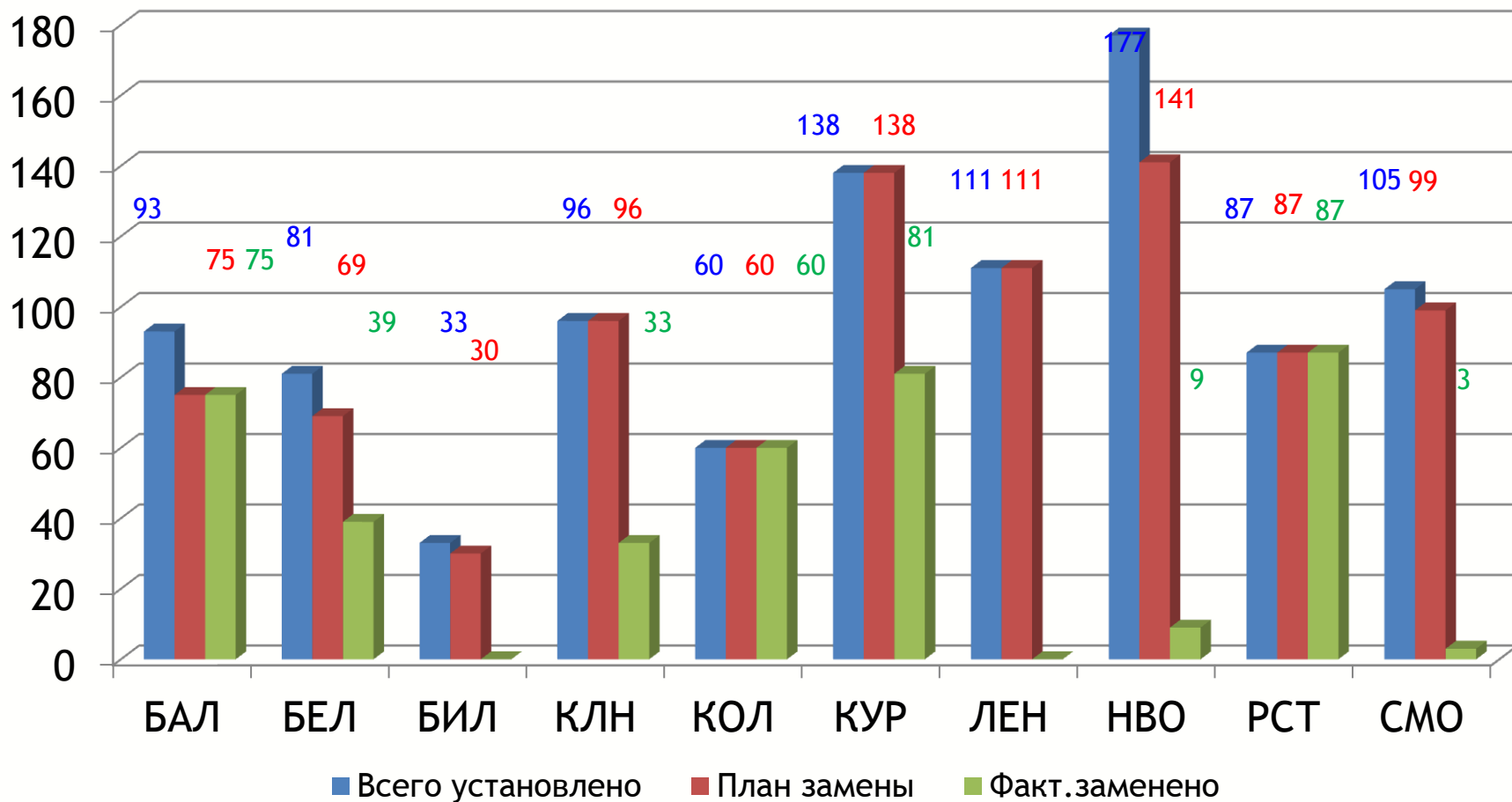
АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСПрГ-56К(04-03)2010		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
БАЛ	220	36	36	36	Программа выполнена		
	500	57	39	39			
БЕЛ	110	42	30	0	3/0	12	15
	220	39	39	39	9/9	-	-
БИЛ	110	33	30	0	21/0	9	-
КЛН	330	39	39	0	-	39	-
	750	57	57	33	-	-	24
КОЛ	110	9	9	9	3/3	Выполнено	
	150	6	6	6	Выполнено		
	330	45	45	45	Выполнено		
КУР	110	6	6	0	-	6	-
	330	75	75	69	15/9	-	-
	750	57	57	12	9/0	9	27

График замены ВВ ОРУ 110-750 кВ до 2016 г.

Продолжение таблицы замены выключателей

АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСПРГ-56К(04-03)2010		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
ЛЕН	110	54	54	0	6/0	24	24
	330	45	45	0	-	-	45
	750	12	12	0	-	-	12
НВО	110	36	Вывод				
	220	90	90	0	24/0	42	24
	500	51	51	9	24/0	18	-
РСТ	220	27	27	27	Программа выполнена		
	500	60	60	60			
СМО	330	30	24	0	-	12	12
	500	39	39	3	3/3	12	24
	750	36	36	0	-	6	30
Итого		981	906	387	117/24	189	237

Выполнение графика замены ВВ ОРУ 110-750 кВ на АЭС



Элегазовые ВВ ОРУ-330 кВ КОЛАЭС

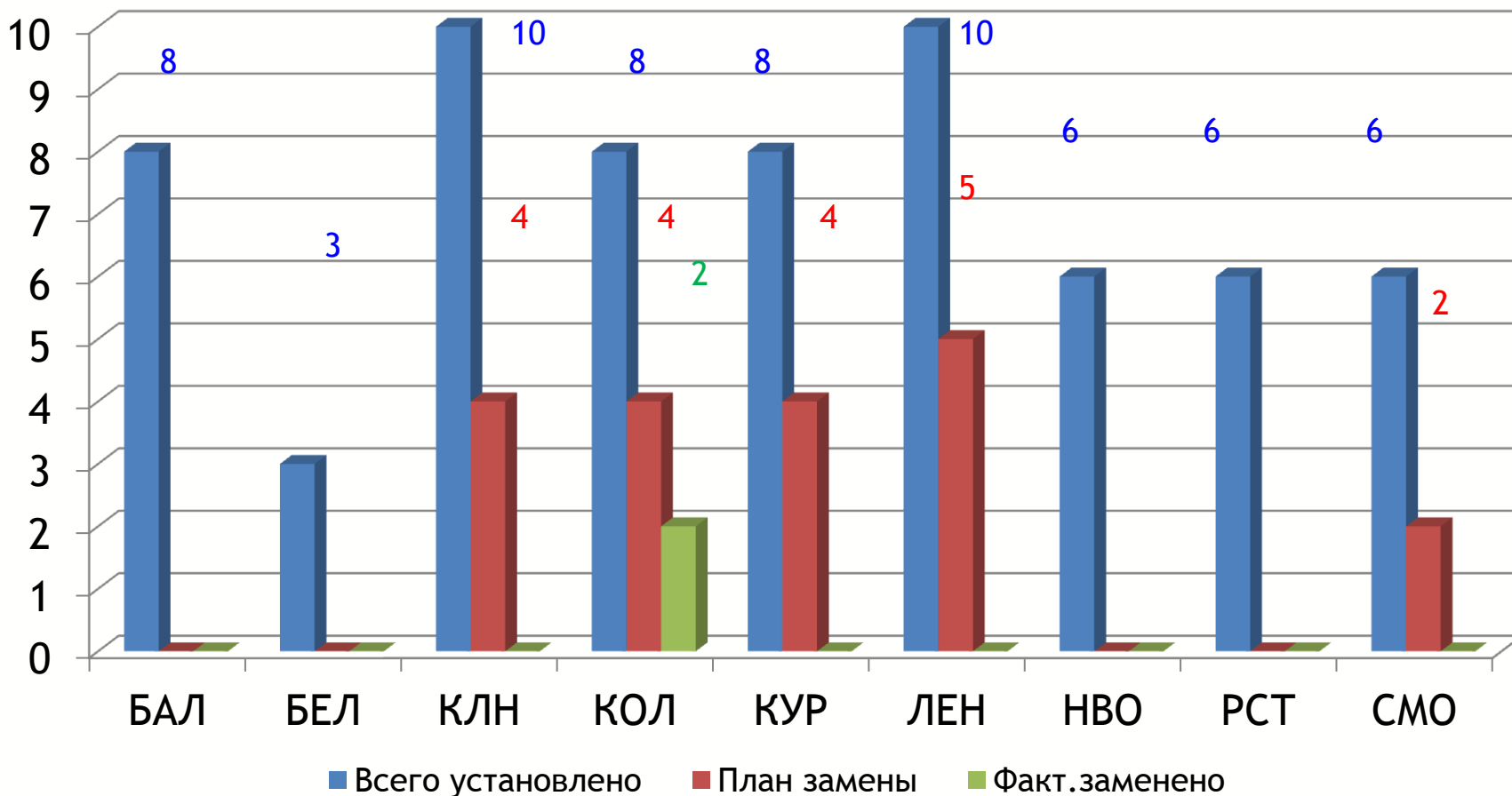


LTV 362 E2

График замены устройств РПН тр-ров СН до 2016 г.

АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, комплектов	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСРГ-55К(04-03) 2010		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
БАЛ	35/6	8	Замена не предусмотрена				
БЕЛ	15,75	3	Замена не предусмотрена				
КЛН	24/6	8	4	-	-	2	2
	110/6	2	Не предусм.				
КОЛ	15,75	8	4	2	2/2	2	-
КУР	20/6,3	8	4	-	-	2	2
ЛЕН	20/6,6/6,6	10	5	-	1/0	2	2
НВО	15,75/6,3	4	Замена не предусмотрена				
	20	2					
РСТ	24	6	Замена не предусмотрена				
СМО	24	6	2	-	-	-	2
Итого		65	19	2	3/2	8	8

Выполнение графика замены устройств РПН тр-ров СН на АЭС



Устройства РПН силовых трансформаторов СН КУРАЭС



РПН-III-35/1250

График замены разрядников и ОПН ОРУ 110-750 кВ до 2016 г.

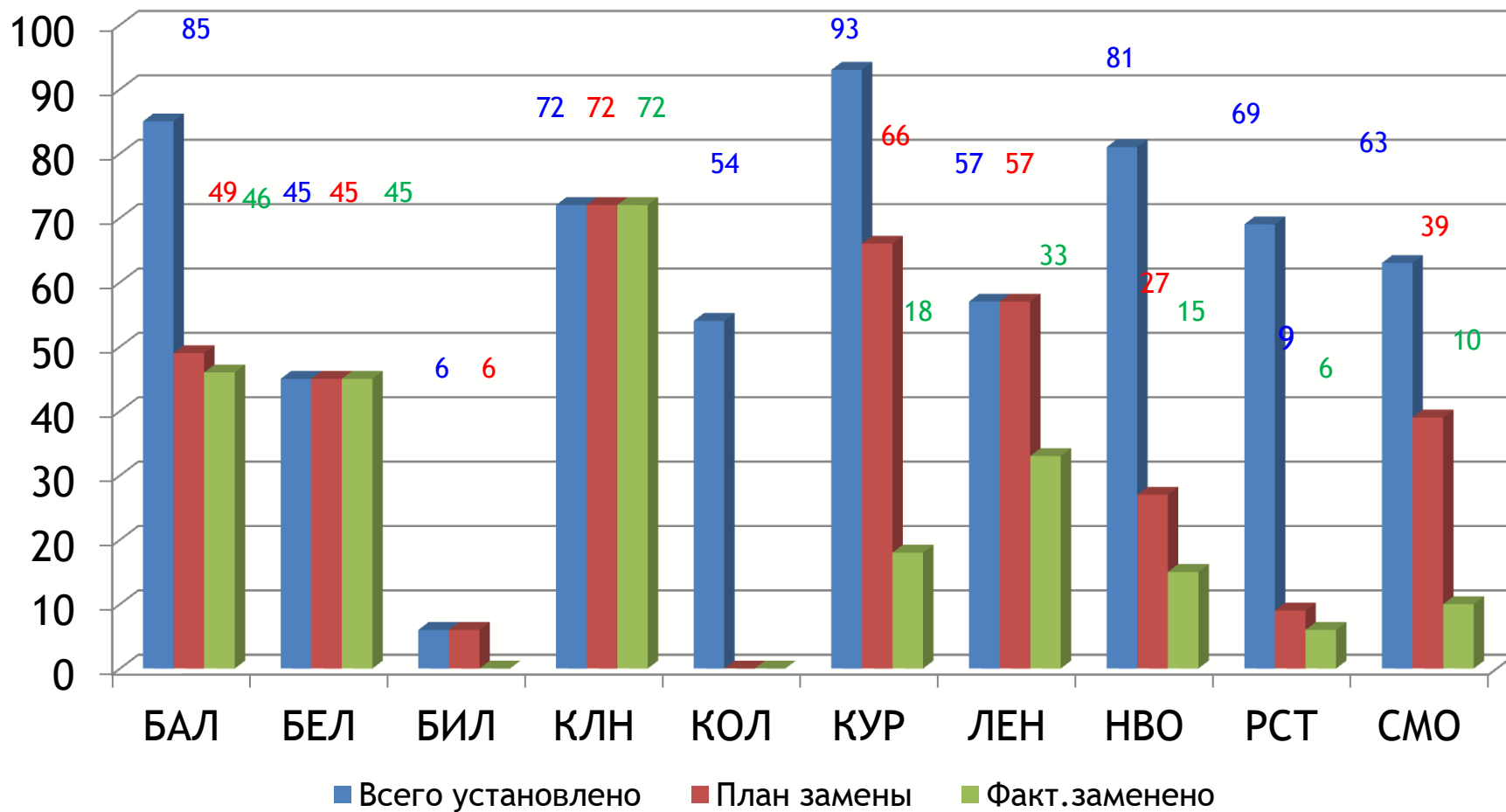
АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭСПрГ-88К(04-03) 2011		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
БАЛ	220	52	28	28	Выполнено -	3	-
	500	33	21	18			
БЕЛ	110	18	18	18	Замена выполнена		
	220	27	27	27			
БИЛ	110	6	6	0	3/0	3	-
КЛН	330	30	30	30	Замена выполнена		
	750	42	42	42			
КОЛ	110	12	Замена не предусмотрена				
	150	9					
	330	33					
КУР	110	6	Не предусм.	-	18/0 12/0	-	-
	330	39	18	-			
	750	48	48	18			

График замены разрядников и ОПН ОРУ 110-750 кВ до 2016 г.

Продолжение таблицы замены ОПН

АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены (№ АЭС/ПРГ-88К(04-03) 2011)		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
ЛЕН	110	24	24	-	6/0	9	9
	330	21	21	21	-	-	-
	750	12	12	12	-	-	-
НВО	110	15	Вывод	-	-	-	-
	220	42	18	-	-	9	9
	500	24	9	15	3/6	3	3
РСТ	220	27	3	3	Прогр.вып.	-	-
	500	42	6	3	3/0	-	-
СМО	330	21	21	6	-	-	15
	500	18	6	-	-	-	6
	750	24	12	4	-	-	12
Итого		625	370	245	45/6	45	54

Выполнение графика замены разрядников и ОПН ОРУ 110-750 кВ на АЭС



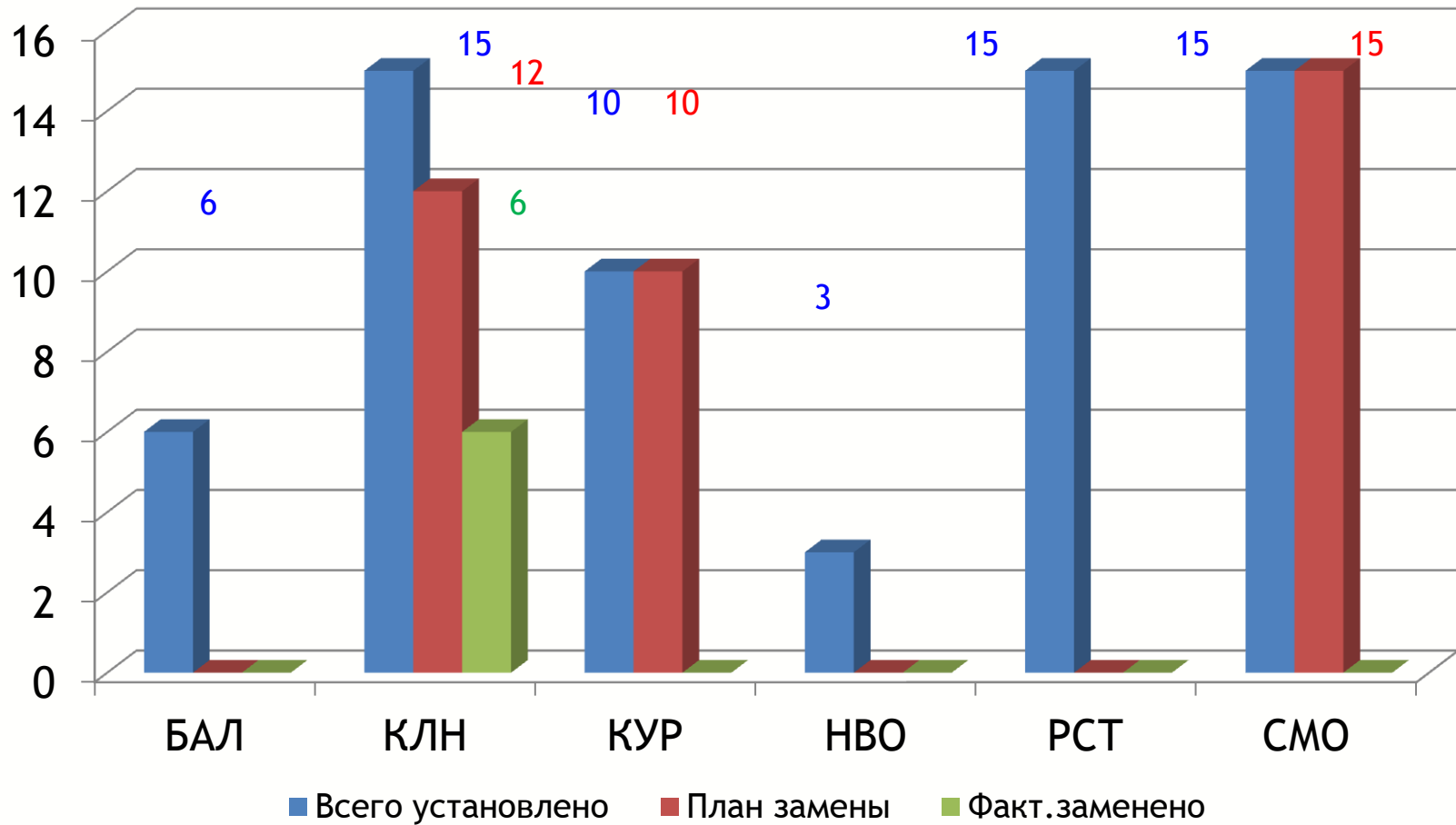
ОПН 750 кВ КУРАЭС



График замены ШР ОРУ 500,750 кВ до 2016 г.

АЭС	Класс напряжения, кВ	Установлено по проекту, фаз	План замены	Выполнена замена	Сроки замены по № АЭС ПРГ-83К(04-03)2011		
					2014 г. план/факт	2015 г.	2016 г.
БАЛ	500	6	Замена не предусмотрена				
КЛН	750	15	12	6	3/0	3	-
КУР	750	10	10	-	-	-	10
НВО	500	3	Замена не предусмотрена				
РСТ	500	15	Замена не предусмотрена				
СМО	500	6	6	-	-	3	3
	750	9	9	-	-	-	9
Итого		64	37	6	3/0	6	22

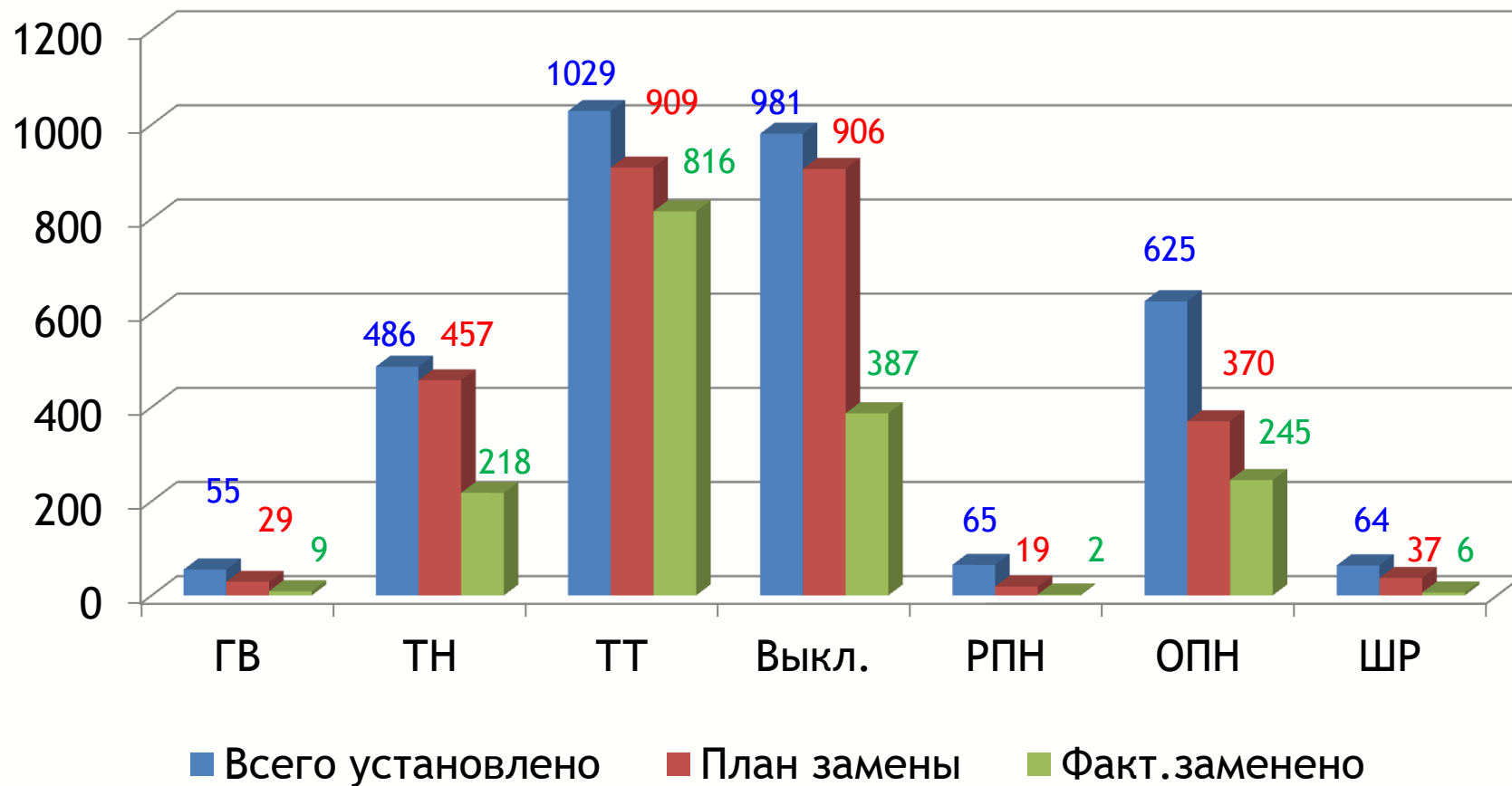
Выполнение графика замены ШР ОРУ 500,750 кВ на АЭС



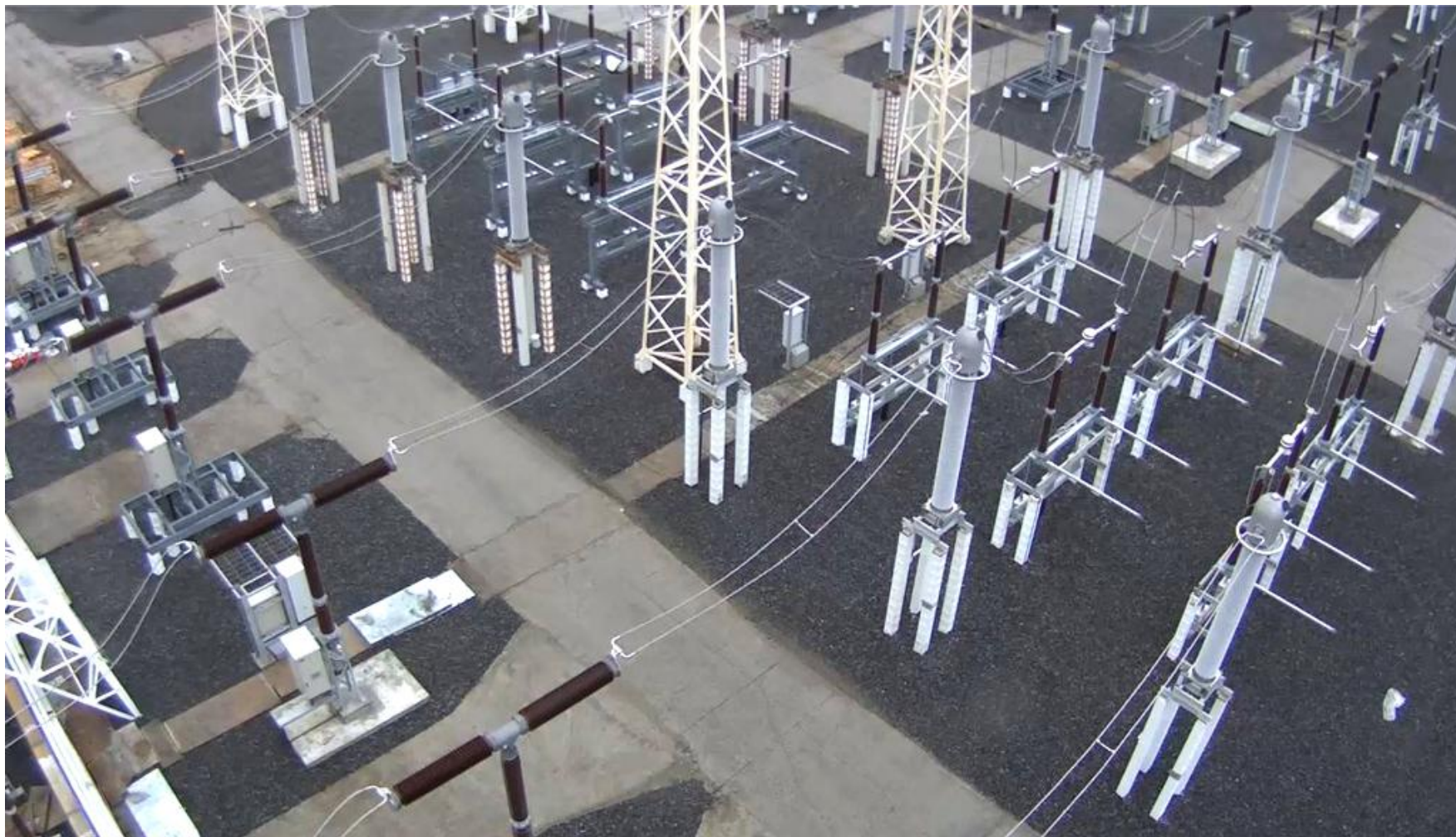
ШР типа РОМБС 750 кВ КЛНАЭС



Сводный график замены ЭТО на АЭС до 2016 г.



На ОРУ-330 КОЛАЭС завершена замена ЭТО



Программа модернизации турбогенераторов АЭС

В рамках «Программы модернизации и восстановления ресурса генераторного оборудования ОАО «Концерн Росэнергоатом» производства ОАО «Силловые машины» на период до 2015 года с целью увеличения межремонтных циклов в условиях повышения уровня мощности» № ПРГ-47К(04-02)2010 в период с 2010 по 2014 год выполнена модернизация 9 статоров и 12 роторов (из общего количества по программе 84 шт.):

Тип оборудования	План модернизации, шт.	Всего модернизировано, шт.	Осталось модернизировать, шт.
Статор ТВВ-220	12	4	8
Статор ТВВ-500	22	5	17
Статор ТВВ-1000	8	-	8
Ротор ТВВ-220	12	4	8
Ротор ТВВ-500	22	4	18
Ротор ТВВ-1000	8	4	4

Заказаны на ОАО «Силловые машины» со сроком поставки в 2015 году: статор ТВВ-1000-4УЗ в ЦРОФ для Балаковской АЭС; статор и ротор ТВВ-1000-2УЗ в ЦРОФ для Калининской АЭС. Программой не предусмотрена модернизация турбогенераторов 1,2 РСТАЭС; 3,4 КЛНАЭС; ТГ-13, ТГ-14 НВОАЭС; 1, 2, 3, 4 БИЛАЭС.



Выводы

В целом отмечается уменьшение количества нарушений в работе ЭТО, что свидетельствует о положительных результатах выполнения мероприятий по повышению надежности работы ЭТО АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом».

Нарушения в работе ЭТО происходят в основном на планируемом к замене оборудовании. С 2010 года нарушений, влияющих на безопасность и надежность выдачи электрической мощности, связанных с эксплуатацией нового высоковольтного оборудования (выключатели, разъединители, измерительные трансформаторы) не было, кроме одного отказа ТН типа SVS-500 на БАЛ АЭС (30.06.2013, при первом включении – заменен по гарантии).

Наиболее эффективным путем снижения количества нарушений в работе ЭТО продолжает оставаться замена оборудования, работающего с продленным ресурсом.

Спасибо за внимание!

