



**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



**СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА

Выполнила: студентка группы 5AM1P Пахомова А.О.

Научный руководитель: доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ, к.т.н. Кац И.М.

Куратор от предприятия: начальник СЭР

Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири Лоцман Д.С.

Томск 2023



Проблема

В существующем подходе к определению эффективности используются значения наименьшей эффективности средств регулирования напряжения. В рамках данной работы разрабатывается методика, позволяющая определить наиболее вероятное значение эффективности средств регулирования напряжения для контрольного пункта, что позволит более точно осуществлять выбор необходимых средств регулирования напряжения при управлении режимом работы ЭЭС.



Цели и задачи исследования

Цель

Разработка метода определения наиболее вероятного значения эффективности средств регулирования напряжения.

Задачи

- ❖ Выявление факторов, влияющих на эффективность СРН.
- ❖ Сбор статистических данных по параметрам режимов работы ЭЭС и факторов, влияющих на эффективность СРН.
- ❖ Статистическая обработка данных.
- ❖ Формирование случайных режимов работы ЭЭС методом Монте-Карло.
- ❖ Определение вероятностных значений эффективности СРН.

Объект исследования:
эффективность СРН.

Предмет исследования:
вероятностный метод
определения эффективности
СРН.

Алгоритм расчёта по методу Монте-Карло



Результаты исследования влияющих факторов

Проведенные опыты		УШР-500 на ПС 500 кВ Томская			СТК-1 на ПС 500 кВ Заря			Суммарная нагрузка генерирующего оборудования / переток в сечении	Отклонение эффективности от 1 режима
		ΔQ	ΔU	Эффект.	ΔQ	ΔU	Эффект.		
Режим: зима 18:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	4,8	0,120	40	-	-	-	5487 MBT / 1702 MBT	Принят за базовый
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	54,8	1,400	39,143	-	-	-		
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	104,8	2,710	38,672	-	-	-		
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	17,7	0,130	136,154		
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	32,3	0,220	146,818		
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	82,3	0,550	149,636		
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	142,3	0,94	151,383		
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	192,3	1,26	152,619		
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	242,3	1,57	154,331		
Режим: лето 18:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	107,1	4,210	25,439	-	-	-	5668 MBT / 2567 MBT	14,561
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	57,1	2,230	25,605	-	-	-		13,538
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	7,1	0,270	26,296	-	-	-		12,375
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	289	3,600	80,278		55,876
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	239	2,920	81,849		64,969
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	189	2,280	82,895		66,742
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	1,53	84,314		67,069
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,93	84,946		67,673
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,33	87,879		66,452
Режим: зима 6:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	56,7	1,6	35,438	-	-	-	4866 MBT / 2143 MBT	4,563
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	6,7	0,19	35,263	-	-	-		3,880
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	-43,3	-1,2	36,083	-	-	-		2,588
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	289	2,19	131,964		4,190
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	239	1,78	134,27		12,549
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	189	1,39	135,971		13,665
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	0,94	137,234		14,149
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,57	138,597		14,023
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,21	138,095		16,236
Режим: лето 7:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	113,3	4,07	27,83784	-	-	-	5579 MBT / 2920 MBT	12,162
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	63,3	2,25	28,13333	-	-	-		11,01
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	13,3	0,47	28,29787	-	-	-		10,374
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	269,3	2,8	96,17857		39,975
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	219,3	2,24	97,90179		48,916
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	169,3	1,7	99,58824		50,048
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	1,08	119,4444		31,939
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,58	136,2069		16,412
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,09	322,2222		-167,891

Результаты исследования влияющих факторов

Проведенные опыты		УШР-500 на ПС 500 кВ Томская			СТК-1 на ПС 500 кВ Заря			Суммарная нагрузка генерирующего оборудования / переток в сечении	Отклонение эффективности от 1 режима
		ΔQ	ΔU	Эффект.	ΔQ	ΔU	Эффект.		
Режим: зима 18:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	4,8	0,120	40	-	-	-	5487 MBT / 1702 MBT	Принят за базовый
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	54,8	1,400	39,143	-	-	-		
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	104,8	2,710	38,672	-	-	-		
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	17,7	0,130	136,154		
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	32,3	0,220	146,818		
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	82,3	0,550	149,636		
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	142,3	0,94	151,383		
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	192,3	1,26	152,619		
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	242,3	1,57	154,331		
Режим: лето 18:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	107,1	4,210	25,439	-	-	-	5668 MBT / 2567 MBT	14,561
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	57,1	2,230	25,605	-	-	-		13,538
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	7,1	0,270	26,296	-	-	-		12,375
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	289	3,600	80,278		55,876
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	239	2,920	81,849		64,969
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	189	2,280	82,895		66,742
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	1,53	84,314		67,069
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,93	84,946		67,673
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,33	87,879		66,452
Режим: зима 6:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	56,7	1,6	35,438	-	-	-	4866 MBT / 2143 MBT	4,563
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	6,7	0,19	35,263	-	-	-		3,880
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	-43,3	-1,2	36,083	-	-	-		2,588
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	289	2,19	131,964		4,190
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	239	1,78	134,27		12,549
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	189	1,39	135,971		13,665
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	0,94	137,234		14,149
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,57	138,597		14,023
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,21	138,095		16,236
Режим: лето 7:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	113,3	4,07	27,83784	-	-	-	5579 MBT / 2920 MBT	12,162
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	63,3	2,25	28,13333	-	-	-		11,01
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	13,3	0,47	28,29787	-	-	-		10,374
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	269,3	2,8	96,17857		39,975
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	219,3	2,24	97,90179		48,916
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	169,3	1,7	99,58824		50,048
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	1,08	119,4444		31,939
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,58	136,2069		16,412
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,09	322,2222		-167,891

Результаты исследования влияющих факторов

Проведенные опыты		УШР-500 на ПС 500 кВ Томская			СТК-1 на ПС 500 кВ Заря			Суммарная нагрузка генерирующего оборудования / переток в сечении	Отклонение эффективности от 1 режима
		ΔQ	ΔU	Эффект.	ΔQ	ΔU	Эффект.		
Режим: зима 18:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	4,8	0,120	40	-	-	-	5487 MBT / 1702 MBT	Принят за базовый
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	54,8	1,400	39,143	-	-	-		
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	104,8	2,710	38,672	-	-	-		
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	17,7	0,130	136,154		
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	32,3	0,220	146,818		
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	82,3	0,550	149,636		
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	142,3	0,94	151,383		
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	192,3	1,26	152,619		
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	242,3	1,57	154,331		
Режим: лето 18:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	107,1	4,210	25,439	-	-	-	5668 MBT / 2567 MBT	14,561
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	57,1	2,230	25,605	-	-	-		13,538
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	7,1	0,270	26,296	-	-	-		12,375
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	289	3,600	80,278		55,876
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	239	2,920	81,849		64,969
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	189	2,280	82,895		66,742
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	1,53	84,314		67,069
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,93	84,946		67,673
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,33	87,879		66,452
Режим: зима 6:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	56,7	1,6	35,438	-	-	-	4866 MBT / 2143 MBT	4,563
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	6,7	0,19	35,263	-	-	-		3,880
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	-43,3	-1,2	36,083	-	-	-		2,588
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	289	2,19	131,964		4,190
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	239	1,78	134,27		12,549
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	189	1,39	135,971		13,665
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	0,94	137,234		14,149
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,57	138,597		14,023
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,21	138,095		16,236
Режим: лето 7:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	113,3	4,07	27,83784	-	-	-	5579 MBT / 2920 MBT	12,162
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	63,3	2,25	28,13333	-	-	-		11,01
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	13,3	0,47	28,29787	-	-	-		10,374
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	269,3	2,8	96,17857		39,975
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	219,3	2,24	97,90179		48,916
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	169,3	1,7	99,58824		50,048
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	1,08	119,4444		31,939
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,58	136,2069		16,412
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,09	322,2222		-167,891

Результаты исследования влияющих факторов

Проведенные опыты		УШР-500 на ПС 500 кВ Томская			СТК-1 на ПС 500 кВ Заря			Суммарная нагрузка генерирующего оборудования / переток в сечении	Отклонение эффективности от 1 режима
		ΔQ	ΔU	Эффект.	ΔQ	ΔU	Эффект.		
Режим: зима 18:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	4,8	0,120	40	-	-	-	5487 MBT / 1702 MBT	Принят за базовый
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	54,8	1,400	39,143	-	-	-		
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	104,8	2,710	38,672	-	-	-		
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	17,7	0,130	136,154		
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	32,3	0,220	146,818		
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	82,3	0,550	149,636		
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	142,3	0,94	151,383		
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	192,3	1,26	152,619		
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	242,3	1,57	154,331		
Режим: лето 18:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	107,1	4,210	25,439	-	-	-	5668 MBT / 2567 MBT	14,561
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	57,1	2,230	25,605	-	-	-		13,538
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	7,1	0,270	26,296	-	-	-		12,375
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	289	3,600	80,278		55,876
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	239	2,920	81,849		64,969
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	189	2,280	82,895		66,742
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	1,53	84,314		67,069
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,93	84,946		67,673
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,33	87,879		66,452
Режим: зима 6:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	56,7	1,6	35,438	-	-	-	4866 MBT / 2143 MBT	4,563
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	6,7	0,19	35,263	-	-	-		3,880
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	-43,3	-1,2	36,083	-	-	-		2,588
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	289	2,19	131,964		4,190
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	239	1,78	134,27		12,549
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	189	1,39	135,971		13,665
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	0,94	137,234		14,149
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,57	138,597		14,023
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,21	138,095		16,236
Режим: лето 7:00	Изменение Q на ПС Томская (-130 Мвар)	113,3	4,07	27,83784	-	-	-	5579 MBT / 2920 MBT	12,162
	Изменение Q на ПС Томская (-80 Мвар)	63,3	2,25	28,13333	-	-	-		11,01
	Изменение Q на ПС Томская (-30 Мвар)	13,3	0,47	28,29787	-	-	-		10,374
	Изменение Q на ПС Заря (-130 Мвар)	-	-	-	269,3	2,8	96,17857		39,975
	Изменение Q на ПС Заря (-80 Мвар)	-	-	-	219,3	2,24	97,90179		48,916
	Изменение Q на ПС Заря (-30 Мвар)	-	-	-	169,3	1,7	99,58824		50,048
	Изменение Q на ПС Заря (30 Мвар)	-	-	-	129	1,08	119,4444		31,939
	Изменение Q на ПС Заря (80 Мвар)	-	-	-	79	0,58	136,2069		16,412
	Изменение Q на ПС Заря (130 Мвар)	-	-	-	29	0,09	322,2222		-167,891

Выявление дополнительного фактора

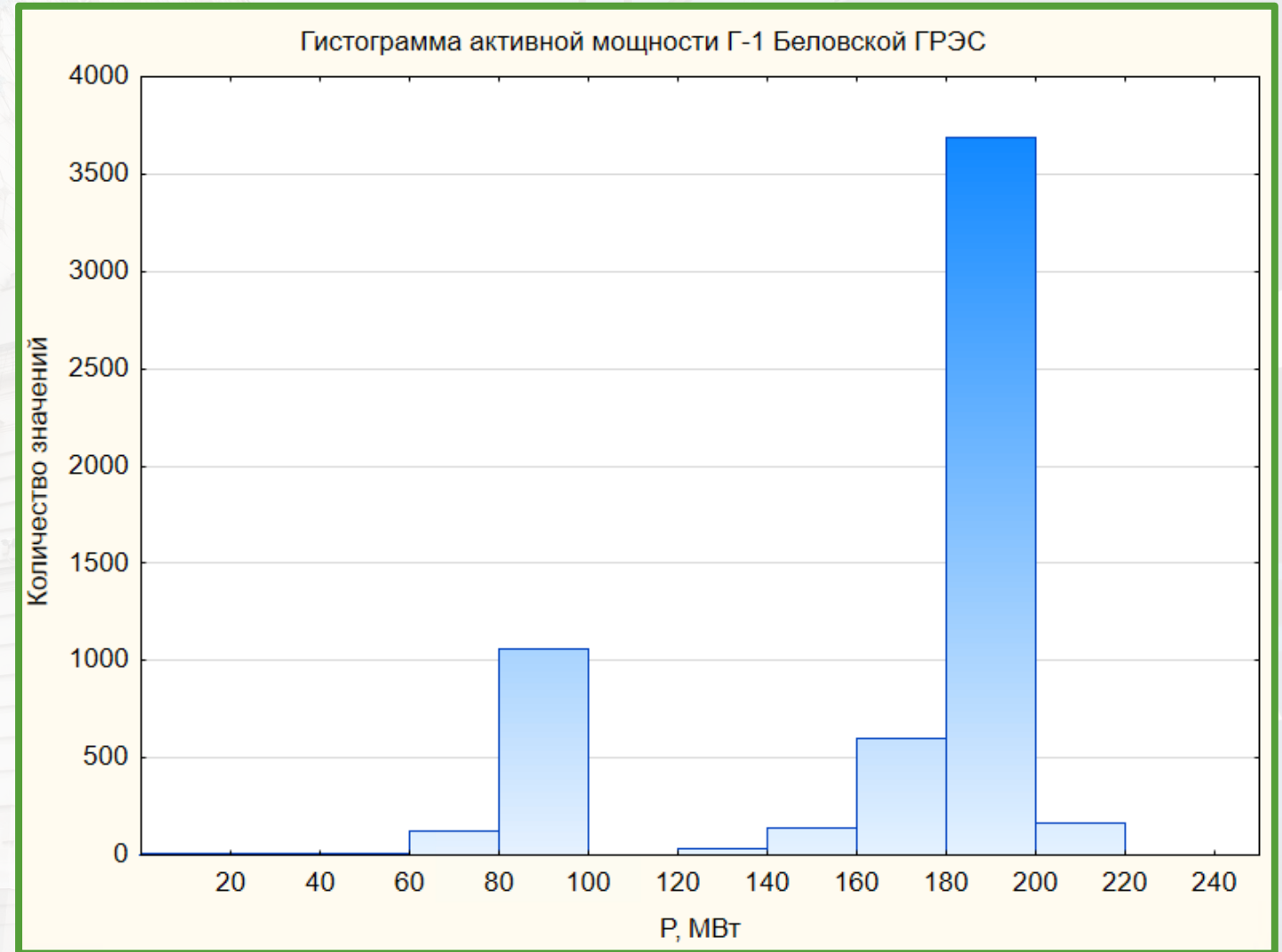


Влияние эксплуатационного состояния коммутируемых СКРМ

Переток в случайном режиме	КП по напряжению	СРН	Значение эффективности до отключения СКРМ	Значение эффективности после отключения СКРМ	Отключенные коммутируемых СКРМ
3063	ПС 500 кВ Ново-Анжерская	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	34,71	34,55	ШР-500 ПС 500 кВ Томская Р-532 ПС 500 кВ Заря Р-1 и Р-2 ПС 500 кВ Ново-Анжерская
		СТК-1 ПС 500 кВ Заря	129,9	126,9	
1827	Беловская ГРЭС	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	119,7	109,2	
1116	ПС 500 кВ Юрга	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	67,77	60,39	
		Р-532 ПС 500 кВ Барабинская	133,3	101,3	
		СТК-1 ПС 500 кВ Заря	73,07	67,97	
2529	ПС 500 кВ Барнаульская	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	151,4	152,1	
		Р-532 ПС 500 кВ Барабинская	160,2	152,2	
		СТК-1 ПС 500 кВ Заря	95,20	99,08	
		УШР-220 ПС 220 кВ Светлая	54,46	54,43	
2104	ПС 500 кВ Новокузнецкая	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	186,2	174,5	

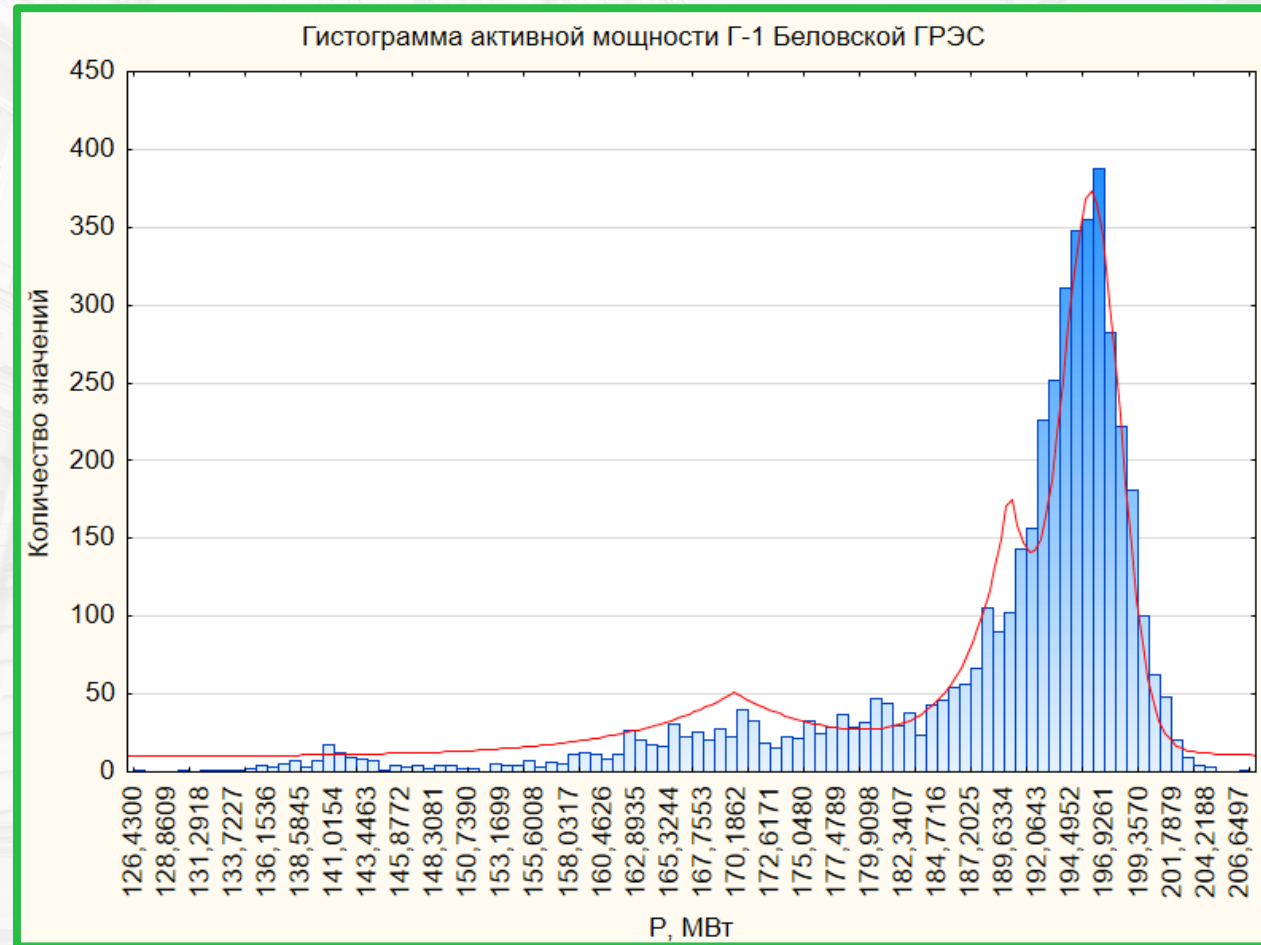
Статистическая обработка исходных данных

Гистограмма построена по значениям мощности Беловской ГРЭС. Данные взяты за 2022 год с шагом 1 час.



Построение гистограмм по исходным данным

Второй интервал: от 130 до 220 МВт



$$Var1 = 1700 \cdot normal(x; 196; 2) + 1000 \cdot laplace(x; 190; 3) + 10 + 650 \cdot laplace(x; 170; 8)$$

Результаты исследований для управляемых СРН

КП по напряжению	СРН для предложенного КП	Значение эффективности по ПУР	Значение эффективности, рассчитанное по предложенной методике	Отклонение значений
ПС 500 кВ Ново-Анжерская	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	35	39	11,4 %
	СТК-1 ПС 500 кВ Заря	160	143	11,9 %
Беловская ГРЭС	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	90	121	34,4 %
ПС 500 кВ Юрга	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	60	67	11,7 %
	Р-532 ПС 500 кВ Барабинская	90	138	53,3 %
	СТК-1 ПС 500 кВ Заря	65	77	18,5 %
ПС 500 кВ Барнаульская	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	180	187	3,89 %
	Р-532 ПС 500 кВ Барабинская	160	143	11,9 %
	СТК-1 ПС 500 кВ Заря	100	119	19,0 %
	УШР-220 ПС 220 кВ Светлая	50	154	308 %
ПС 500 кВ Новокузнецкая	УШР-500 ПС 500 кВ Томская	90	198	220 %

Результаты исследований для коммутируемых СРН

КП по напряжению	СРН для предложенного КП	Значение эффективности по ПУР	Значение эффективности, рассчитанное по предложенной методике	Отклонение значений
ПС 500 кВ Ново-Анжерская	Р-1 ПС 500 кВ Ново-Анжерская	6	5,76	4,17 %
	ШР-500 ПС 500 кВ Томская	5	4,45	12,4 %
	1РШ ПС 1150 кВ Итатская	2	1,91	4,71 %
Беловская ГРЭС	Р-542 ПС 500 кВ Новокузнецкая	4	3,16	26,6 %
	Р-1 ПС 500 кВ Ново-Анжерская	3	1,84	63,0 %
ПС 500 кВ Юрга	Р-1 ПС 500 кВ Барнаулская	2	1,33	50,4 %
	Р-1-1106 ПС 1150 кВ Алтай	2	1,31	52,7 %
	Р-1 ПС 500 кВ Ново-Анжерская	3	3,24	8,0 %
	Р-532 ПС 500 кВ Заря	4	3,32	20,5 %
ПС 500 кВ Барнаулская	Р-1 ПС 500 кВ Рубцовская	2	1,87	6,95 %
	Р-532 ПС 500 кВ Заря	2	2,04	2,0 %
	Р-542 ПС 500 кВ Новокузнецкая	2	1,56	28,2 %
	Р-1-1106 ПС 1150 кВ Алтай	7	6,24	12,18 %
ПС 500 кВ Новокузнецкая	Р1-1106 ПС 1150 кВ Алтай	3	1,45	207 %
	Р-1 ПС 500 кВ Барнаулская	3	1,55	93,5 %
	Р-542 ПС 500 кВ Новокузнецкая	9	5,91	52,3 %

Результаты исследований эффективности изменения реактивной мощности энергоблоков станций

КП по напряжению	СРН для предложенного КП	Значение эффективности по ПУР	Значение эффективности, рассчитанное по предложенной методике	Отклонение значений
ПС 500 кВ Ново-Анжерская	Берёзовская ГРЭС	65	75	15,4 %
	Назаровская ГРЭС	82	101	23,2 %
	Саяно-Шушенская ГЭС	100	142	42,0 %
	Беловская ГРЭС	100	198	98,0 %
Беловская ГРЭС	Саяно-Шушенская ГЭС	60	88	46,7 %
	Беловская ГРЭС	30	41	36,7 %
ПС 500 кВ Юрга	Берёзовская ГРЭС	110	131	19,1 %
	Назаровская ГРЭС	170	183	7,65 %
ПС 500 кВ Барнаульская	Берёзовская ГРЭС	120	147	22,5 %
	Саяно-Шушенская ГЭС	105	146	39,0 %
ПС 500 кВ Новокузнецкая	Саяно-Шушенская ГЭС	35	53	51,4 %

-
- В ходе исследования выявлены факторы, влияющие на эффективность СРН, такие как нагрузка генерирующего оборудования, переток в контролируемом сечении и состояние коммутируемых СКРМ.
 - Произведена статистическая обработка исходных данных, полученных из ОИК СК-11, по которым были построены гистограммы для влияющих факторов и по ним сформированы законы распределения вероятностей случайных величин.
 - Сформированы различные сочетания влияющих факторов для формирования различных схемно-режимных ситуаций.
 - Получены статистические данные, по которым определены наиболее вероятные значения эффективности выбранных СРН.
 - Произведено сравнение полученных значений эффективности СРН со значениями, указанными в ПУР, по результатам которого отличие рассчитанных значений составляет до 50 %.
-



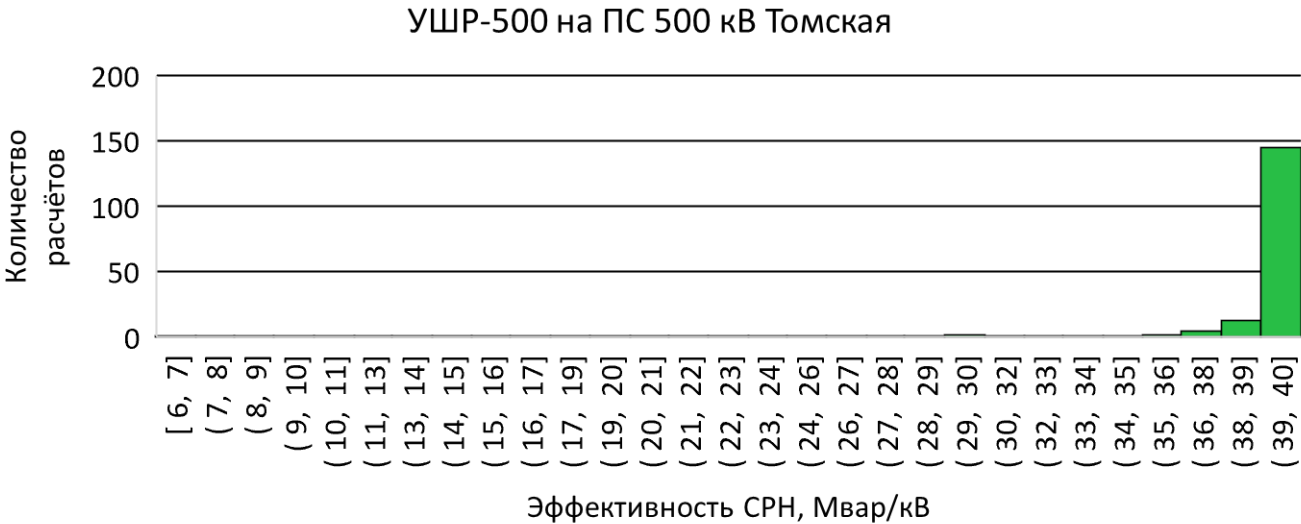
**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



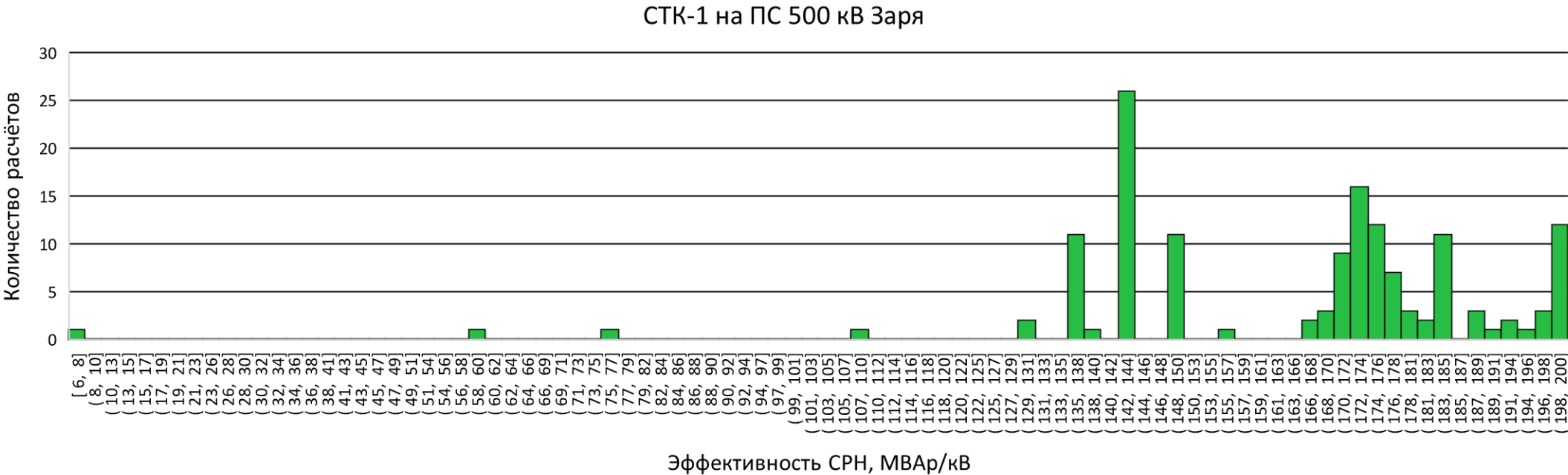
**СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

Спасибо за внимание!

Результаты генерации случайных режимов



Эффективность управляемых СРН на ПС 500 кВ
Ново-Анжерская



Результаты генерации случайных режимов

УШР-500 на ПС 500 кВ Томская



Эффективность
управляемых СРН на
Беловской ГРЭС

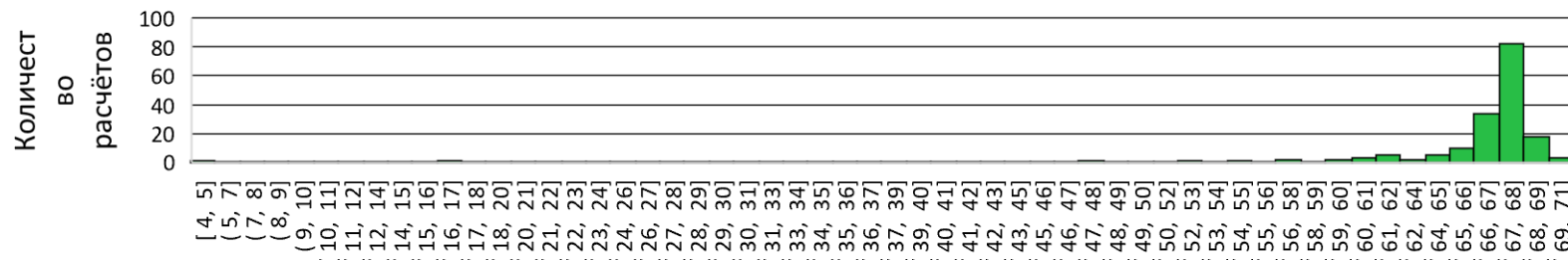
Эффективность
управляемых СРН
на ПС 500 кВ
Новокузнецкая

УШР-500 на ПС 500 кВ Томская



Результаты генерации случайных режимов

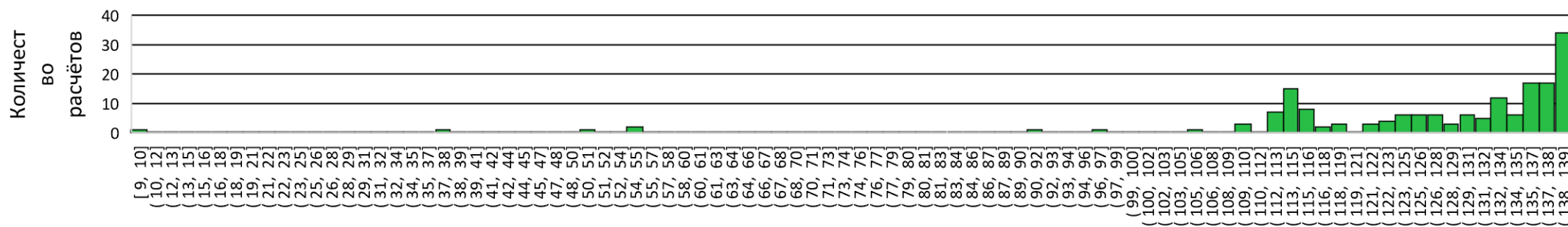
УШР-500 на ПС 500 кВ Томская



Эффективность
управляемых СРН на ПС 500
кВ Юрга

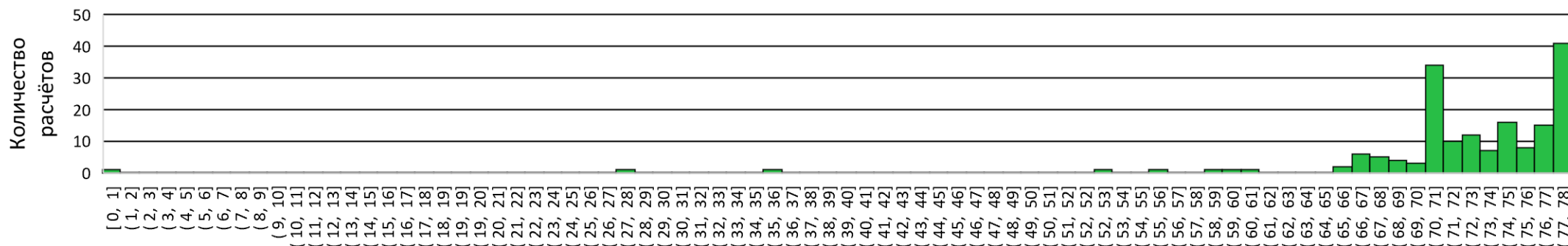
Эффективность СРН, МВАр/кВ

Р-532 на ПС 500 кВ Барабинская



Эффективность СРН, МВАр/кВ

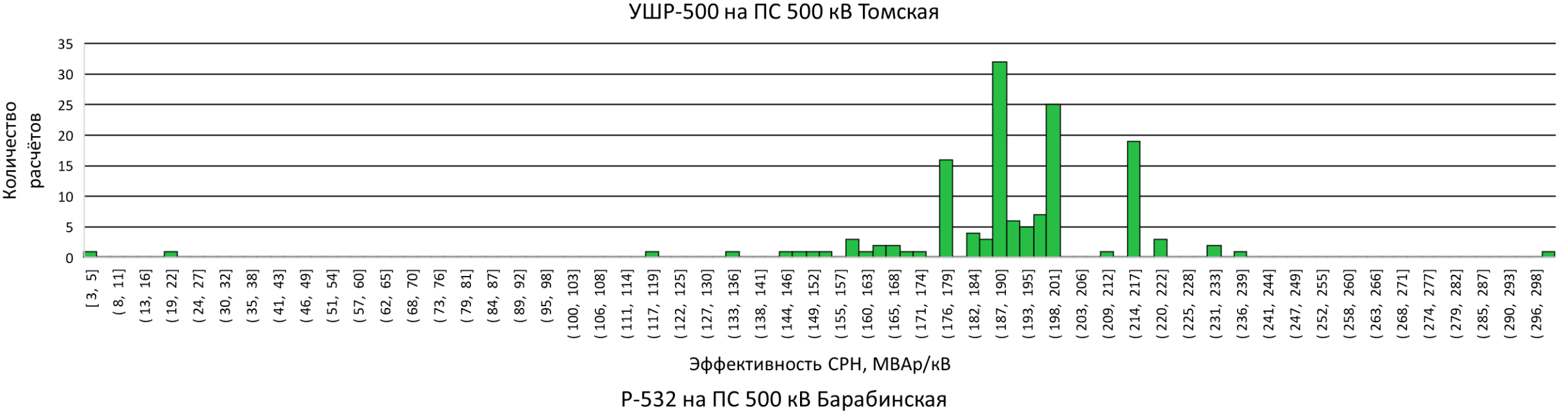
СТК-1 на ПС 500 кВ Заря



Эффективность СРН, МВАр/кВ

Результаты генерации случайных режимов

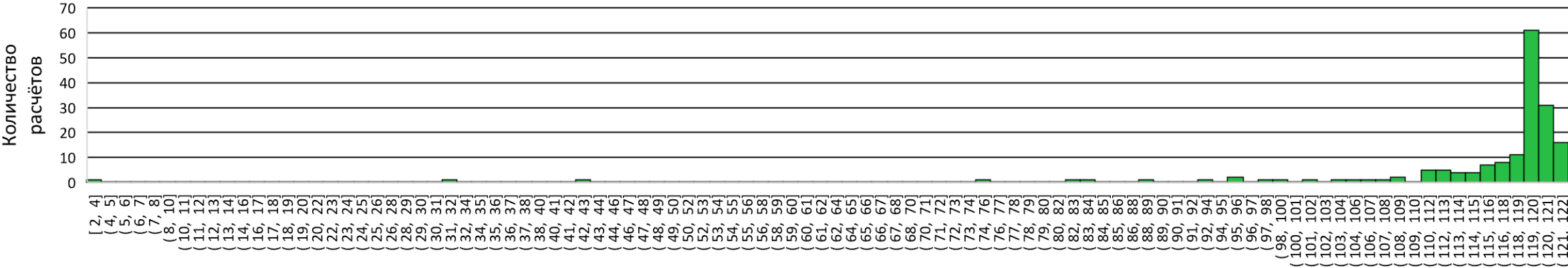
Эффективность управляемых СРН на ПС 500 кВ Барнаульская



Результаты генерации случайных режимов

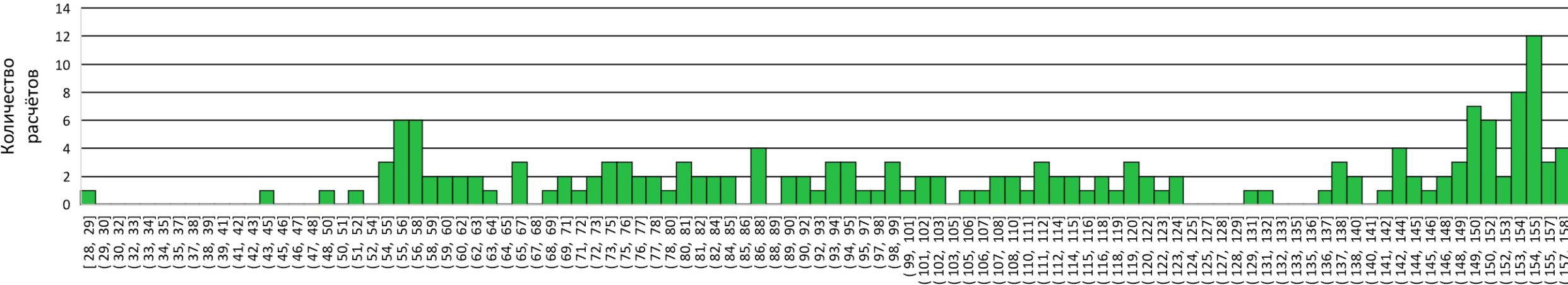
Эффективность управляемых СРН на ПС 500 кВ Барнаульская

СТК-1 на ПС 500 кВ Заря



Эффективность СРН, МВАр/кВ

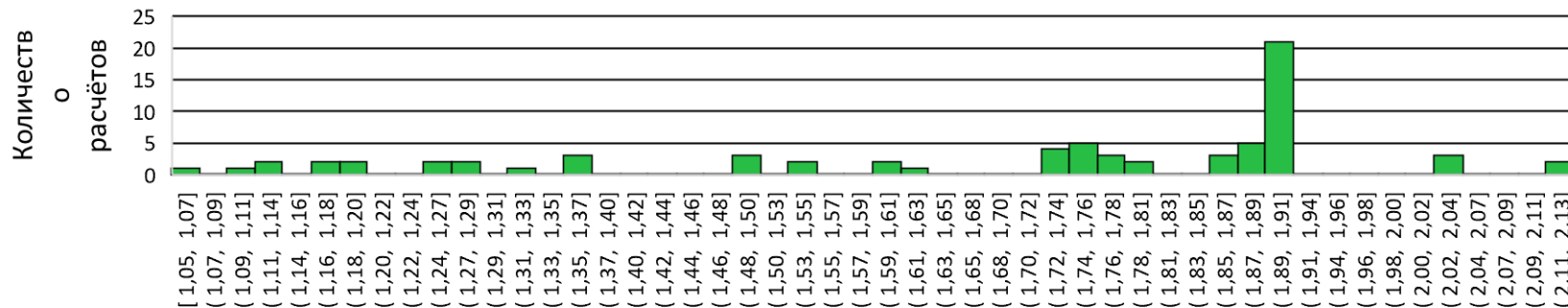
УШР-220 на ПС 500 кВ Светлая



Эффективность СРН, МВАр/кВ

Результаты генерации случайных режимов

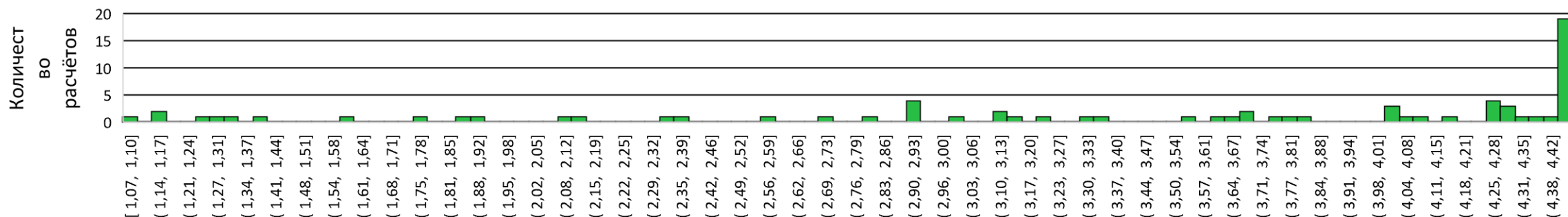
РШ на ПС 1150 кВ Итатская



Эффективность
коммутируемых СРН на ПС
500 кВ Ново-Анжерская

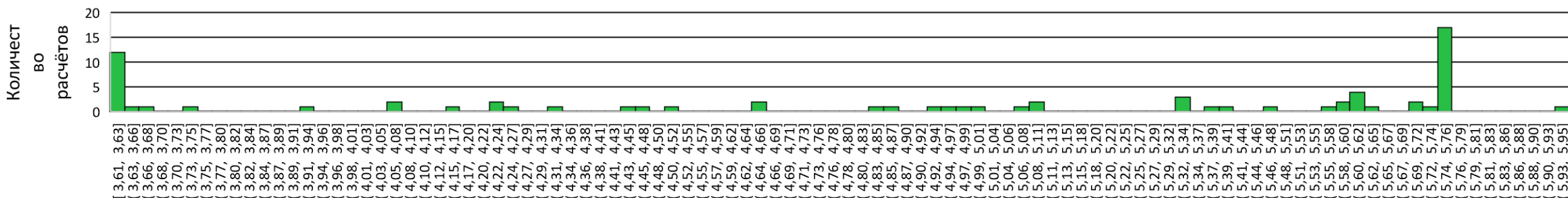
Эффективность СРН, МВАр/кВ

ШР-500 на ПС 500 кВ Томская



Эффективность СРН, МВАр/кВ

Р-1 на ПС 500 кВ Ново-Анжерская

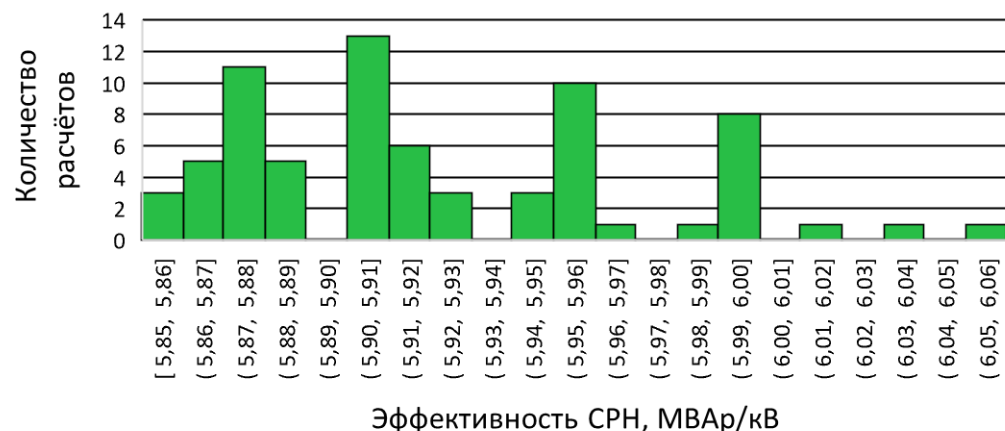


Эффективность СРН, МВАр/кВ

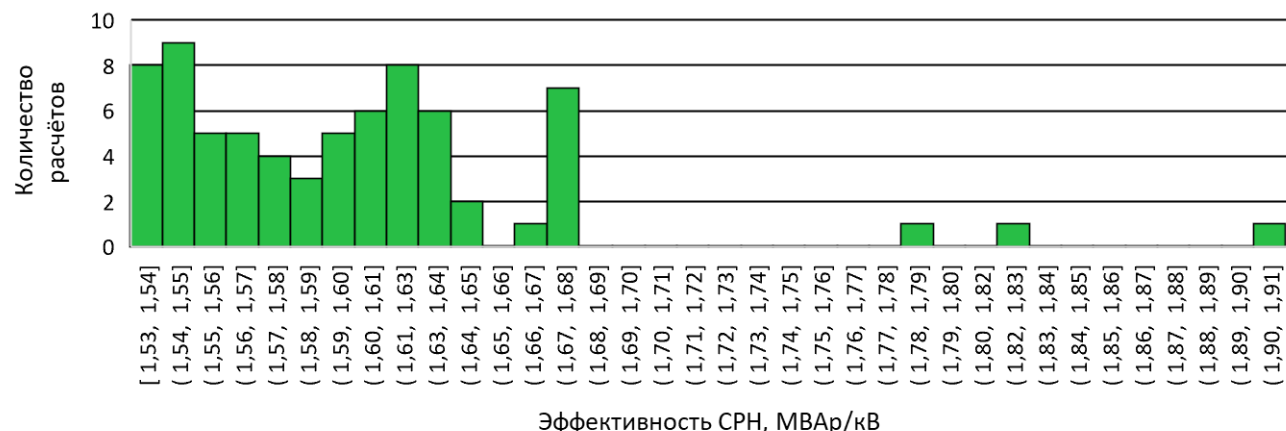
Результаты генерации случайных режимов

Эффективность коммутируемых СРН на ПС 500 кВ Новокузнецкая

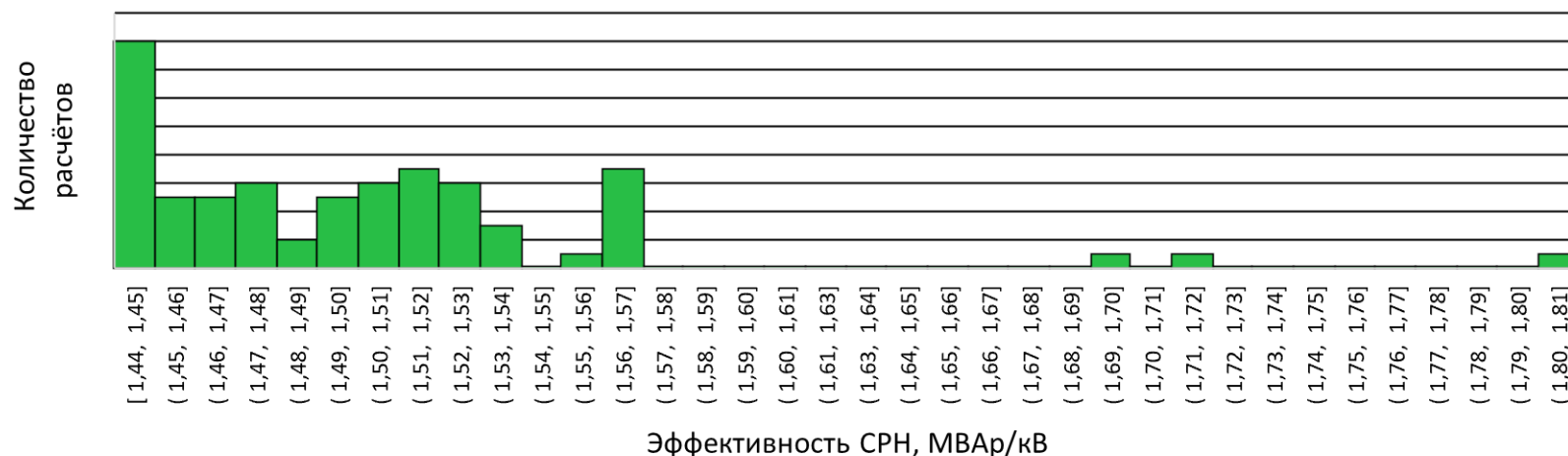
Р-542 на ПС 500 кВ Новокузнецкая



Р-1 на ПС 500 кВ Барнаулская



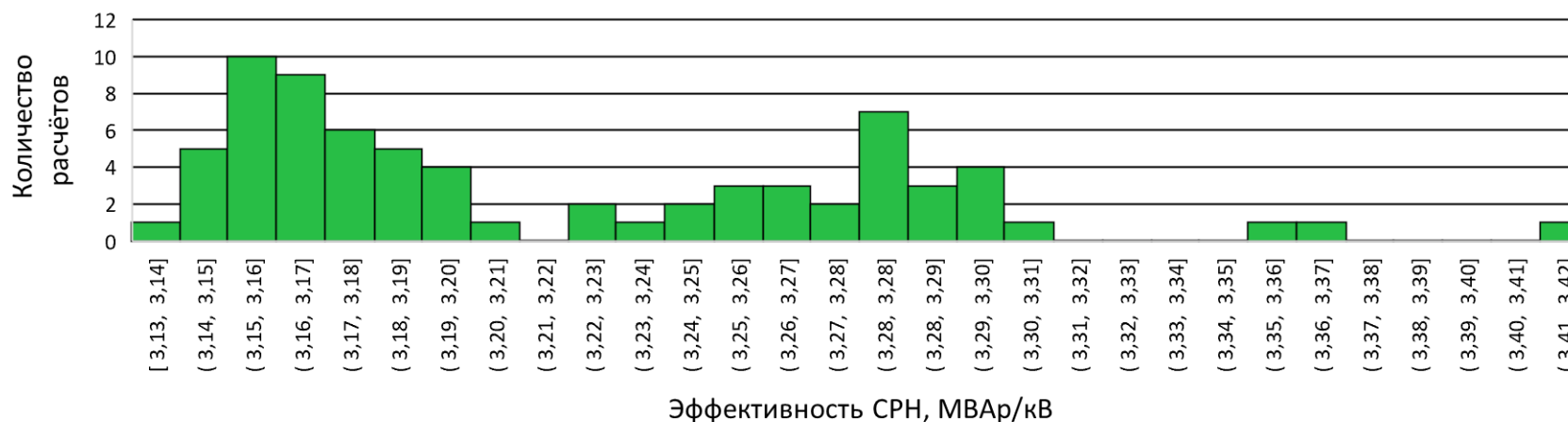
Р1-1106 на ПС 1150 кВ Алтай



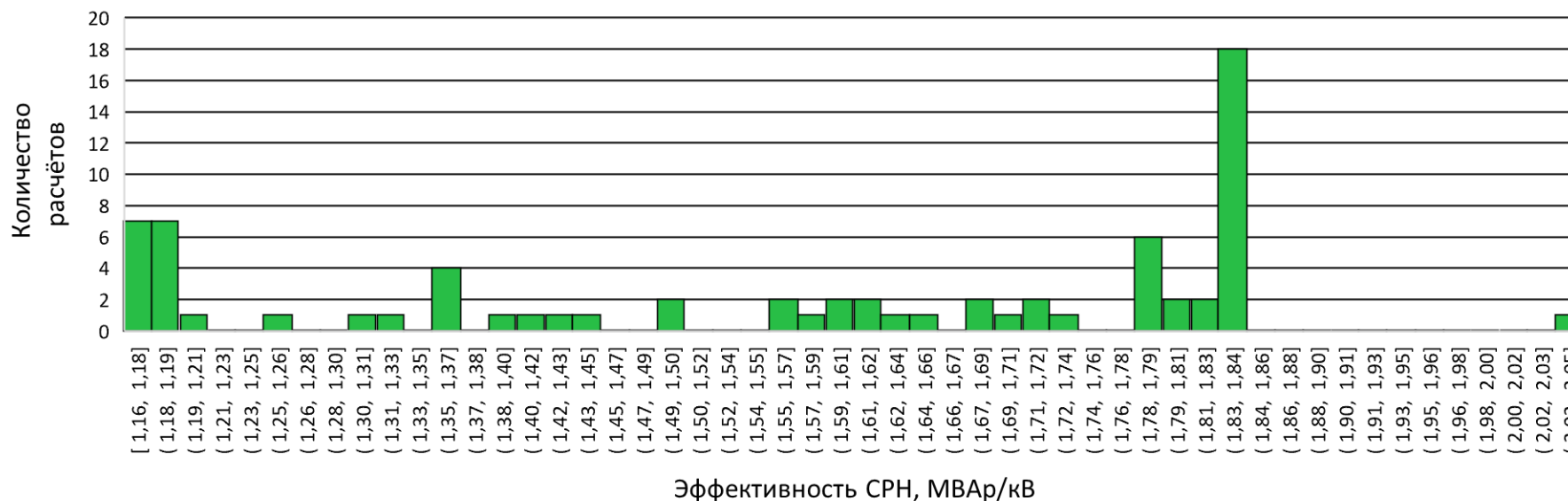
Результаты генерации случайных режимов

Эффективность коммутируемых СРН на Беловской ГРЭС

Р-542 на ПС 500 кВ Новокузнецкая



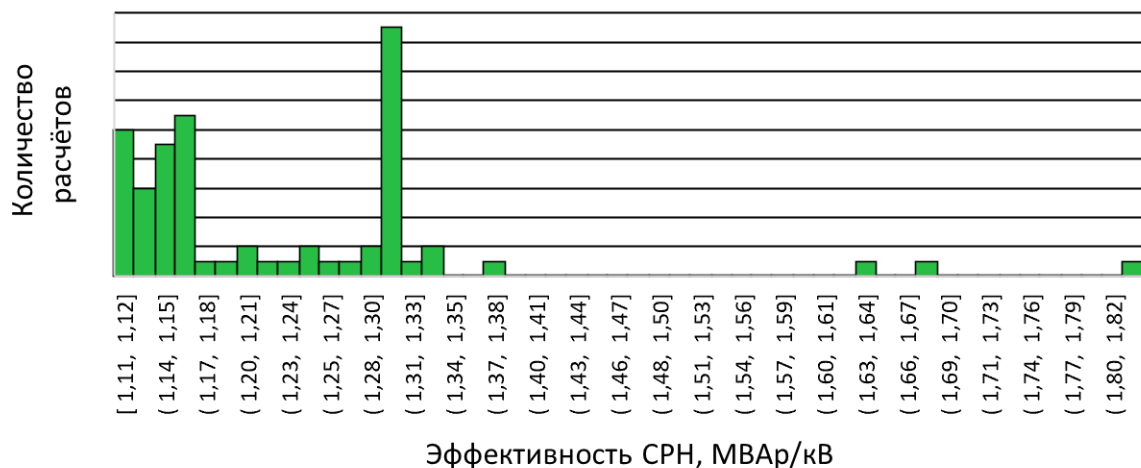
Р-1 на ПС 500 кВ Ново-Анжерская



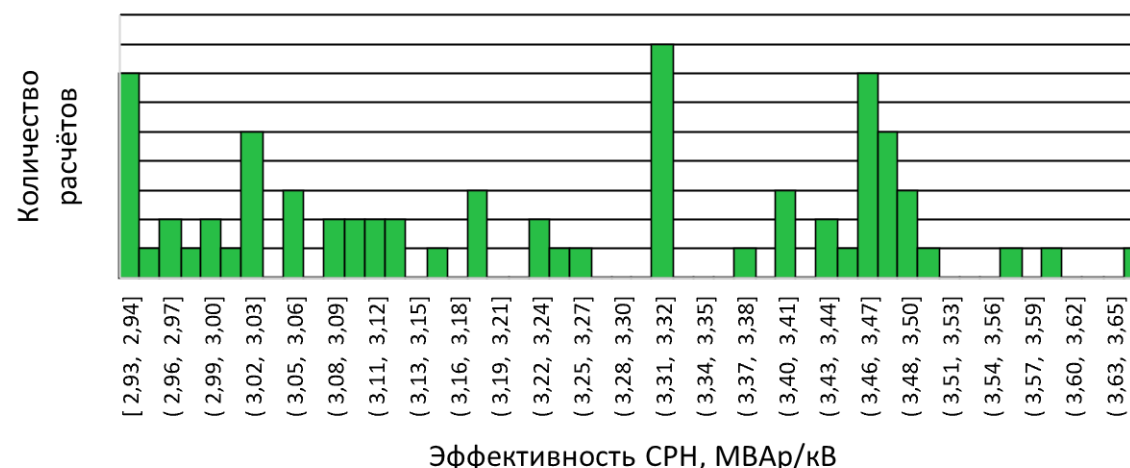
Результаты генерации случайных режимов

Эффективность коммутируемых СРН на ПС 500 кв Юрга

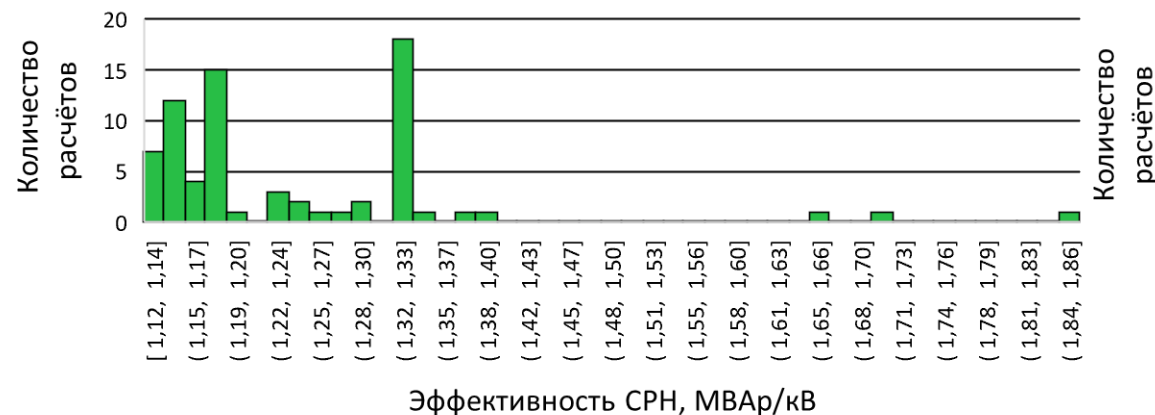
Р1-1106 на ПС 1150 кв Алтай



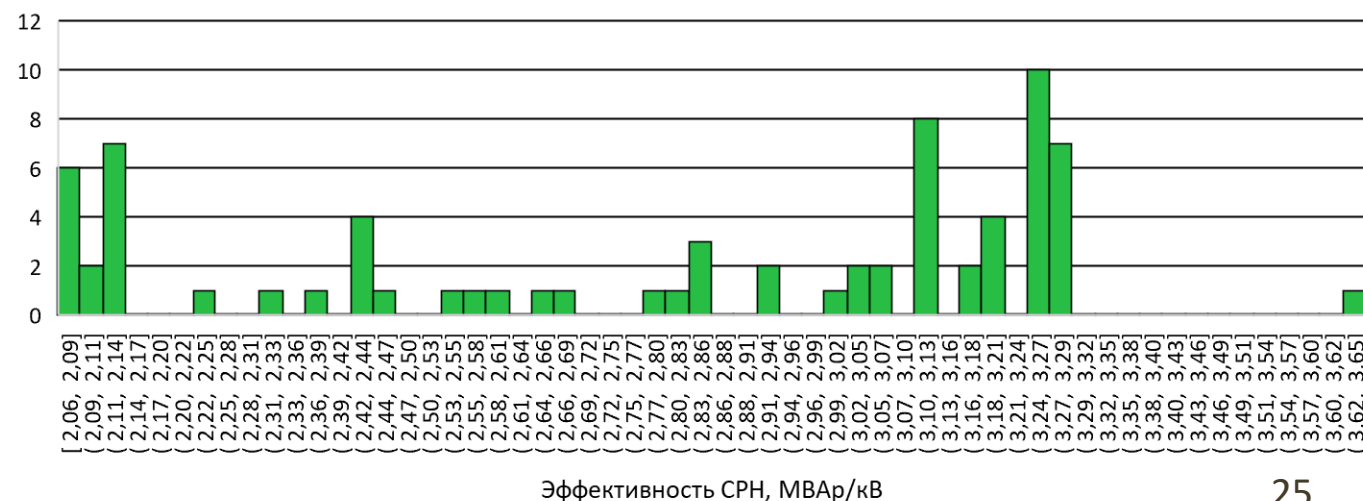
Р-532 на ПС 500 кв Заря



Р-1 на ПС 500 кв Барнаулская



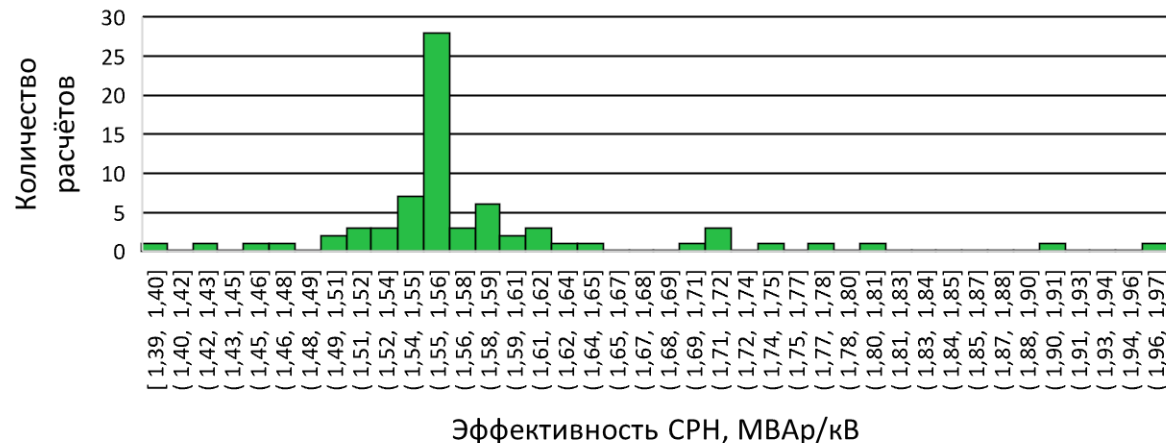
Р-1 на ПС 500 кв Ново-Анжерская



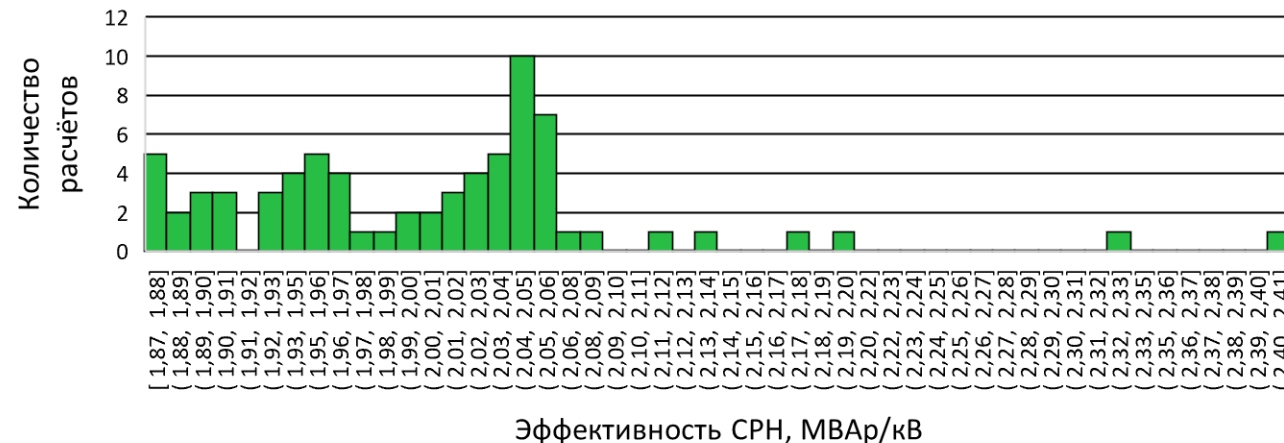
Результаты генерации случайных режимов

Эффективность коммутируемых СРН на ПС 500 кВ Барнаульская

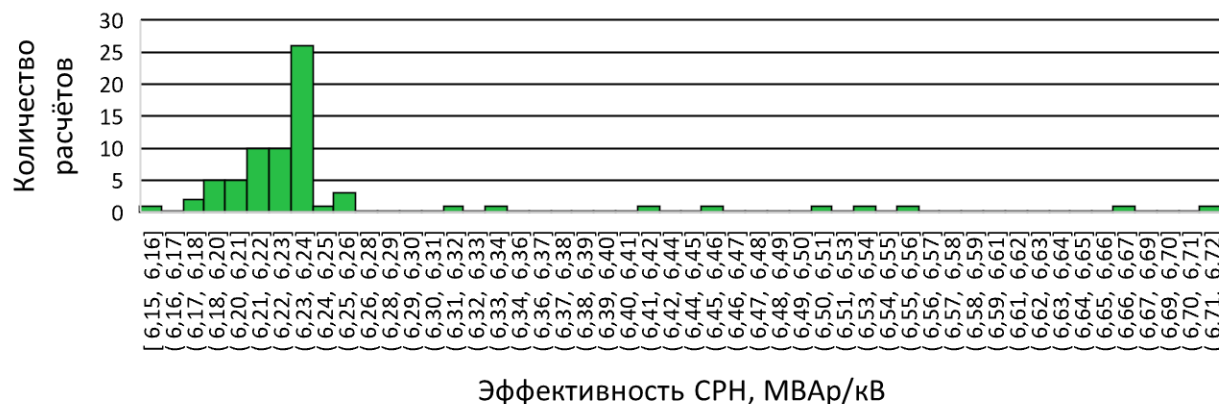
Р-542 ПС 500 кВ Новокузнецкая



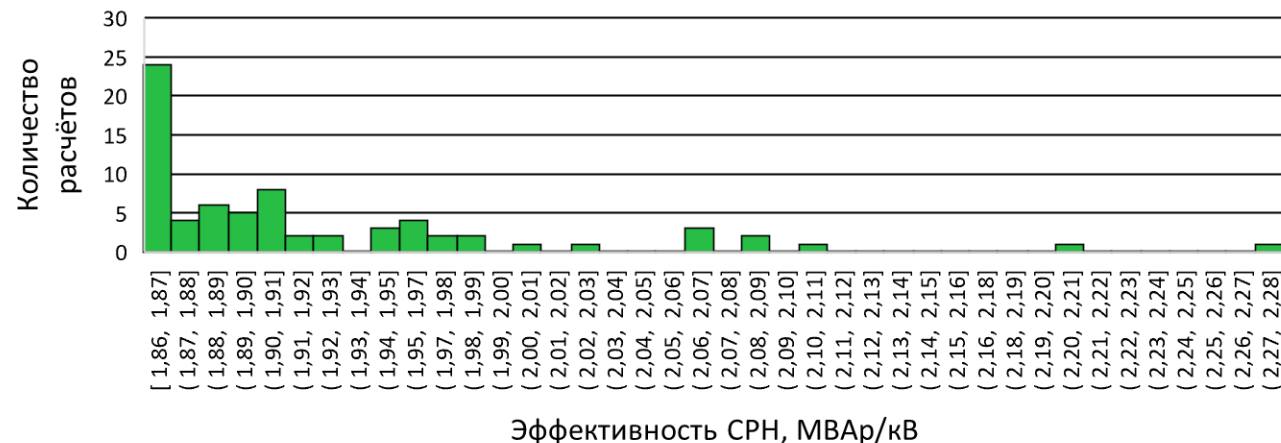
Р-532 на ПС 500 кВ Заря



Р1-1106 на ПС 500 кВ Алтай



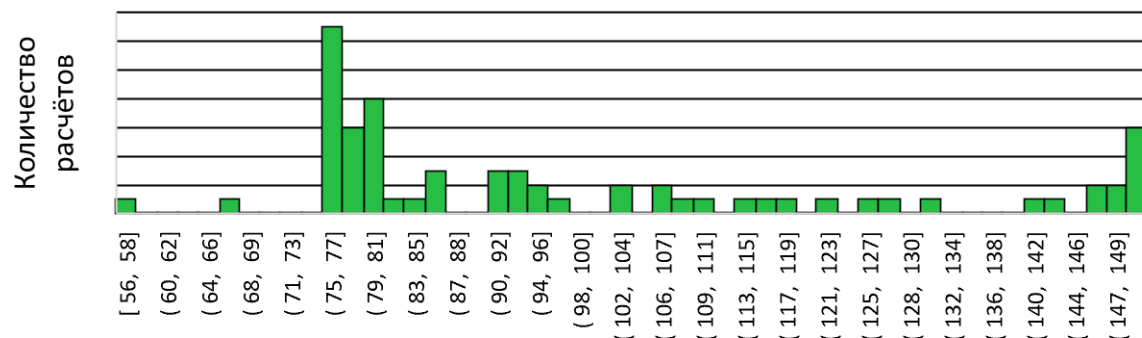
Р-1 на ПС 500 кВ Рубцовская



Результаты генерации случайных режимов

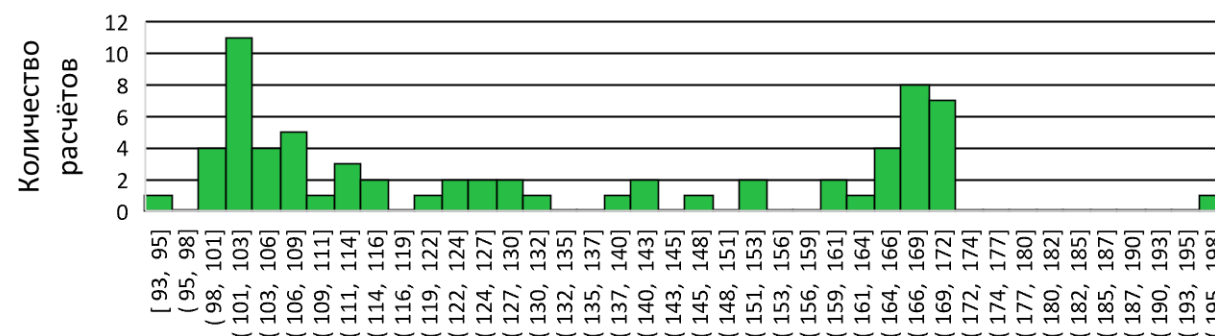
Эффективность энергоблоков на ПС 500 кВ Ново-Анжерская

Берёзовская ГРЭС



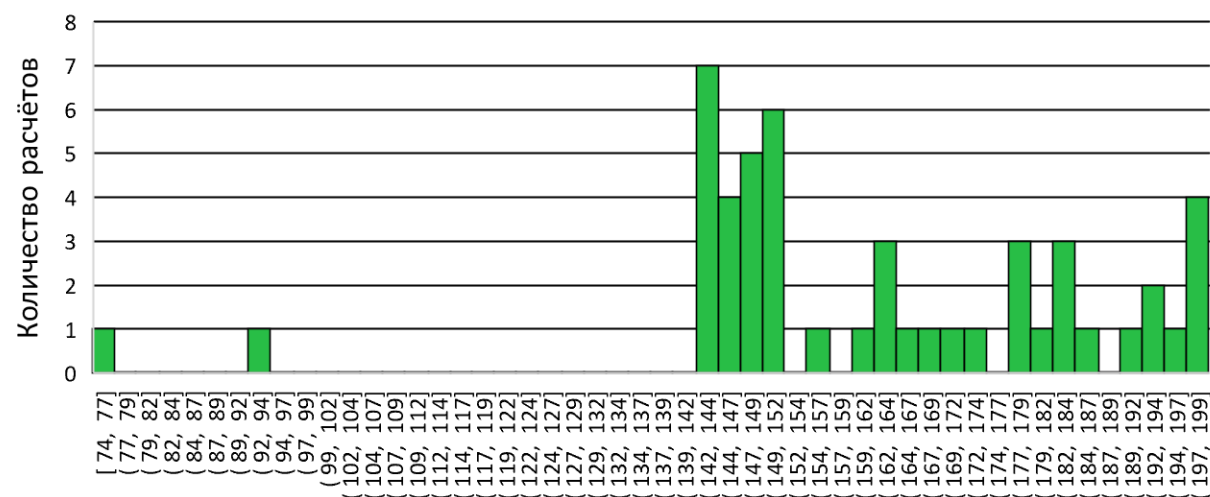
Эффективность СРН, МВАР/кВ

Назаровская ГРЭС



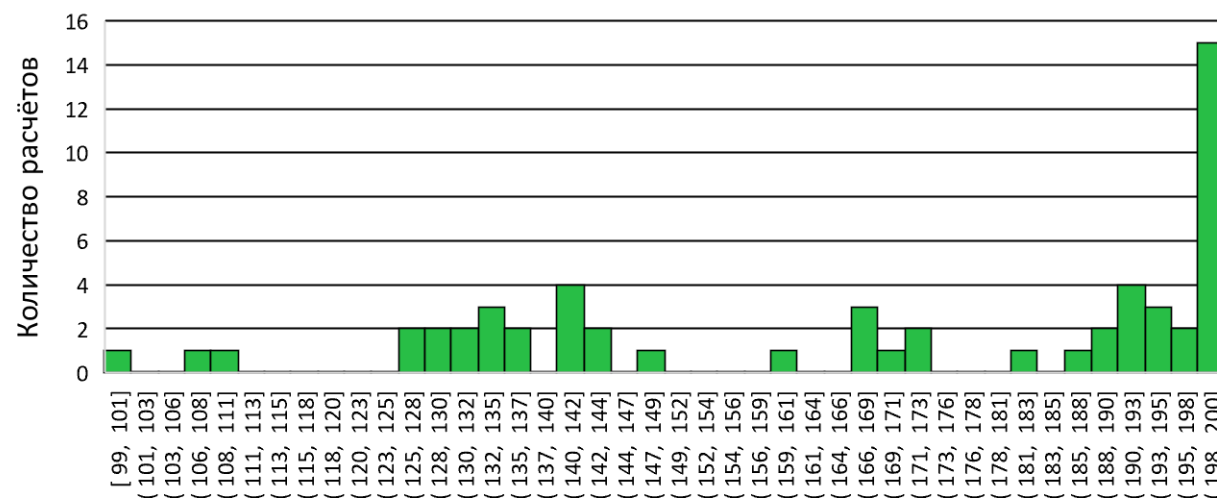
Эффективность СРН, МВАР/кВ

Саяно-Шушенская ГЭС



Эффективность СРН, МВАР/кВ

Беловская ГРЭС

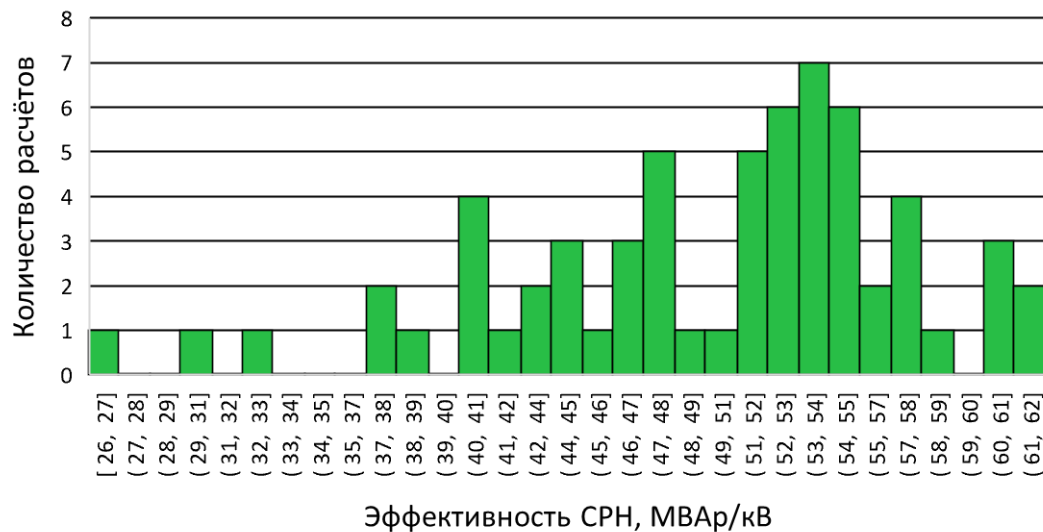


Эффективность СРН, МВАР/кВ

Результаты генерации случайных режимов

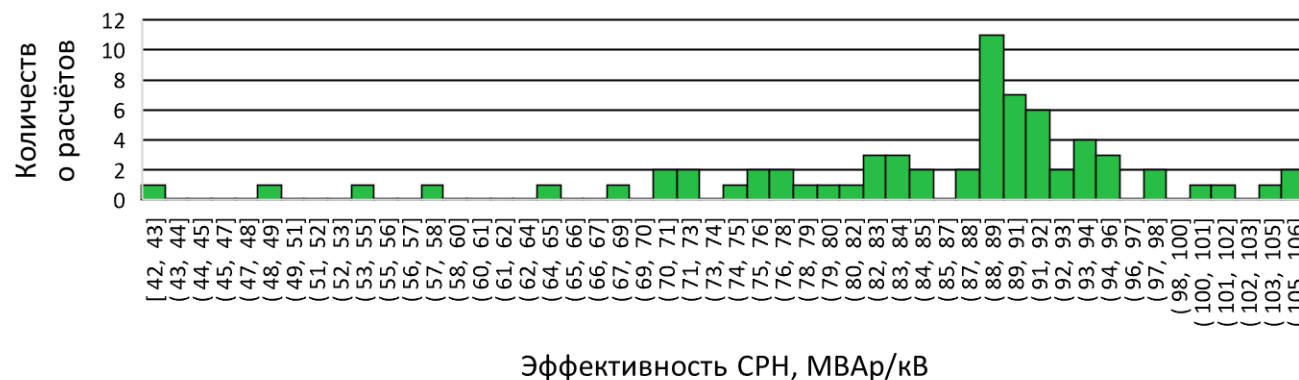
Эффективность энергоблоков на ПС 500 кВ Новокузнецкая

Саяно-Шушенская ГЭС



Эффективность энергоблоков на Беловской ГРЭС

Саяно-Шушенская ГЭС



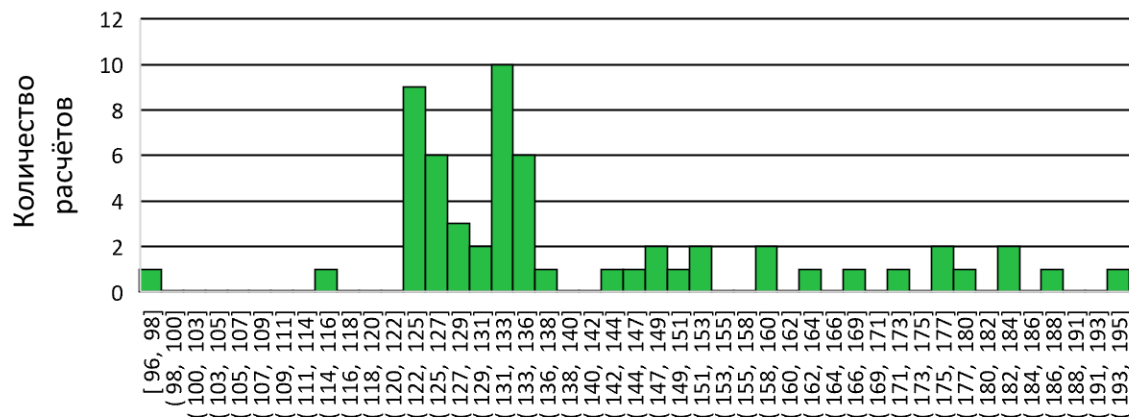
Беловская ГРЭС



Результаты генерации случайных режимов

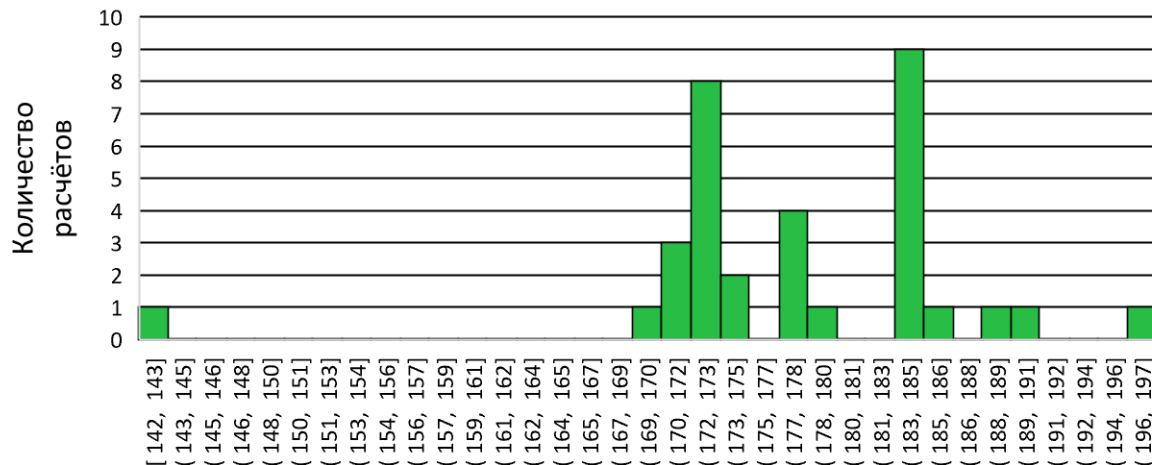
Эффективность энергоблоков на ПС
500 кВ Юрга

Берёзовская ГРЭС



Эффективность СРН, МВАр/кВ

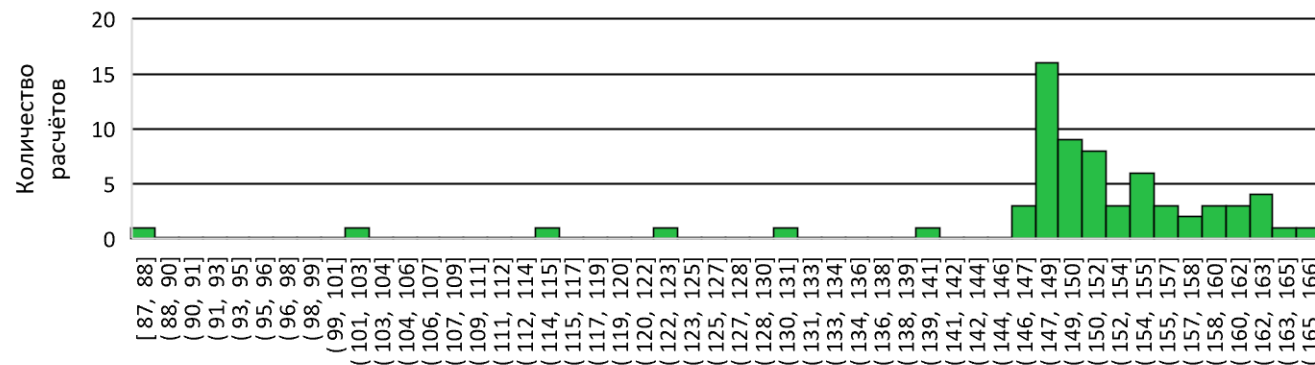
Назаровская ГРЭС



Эффективность СРН, МВАр/кВ

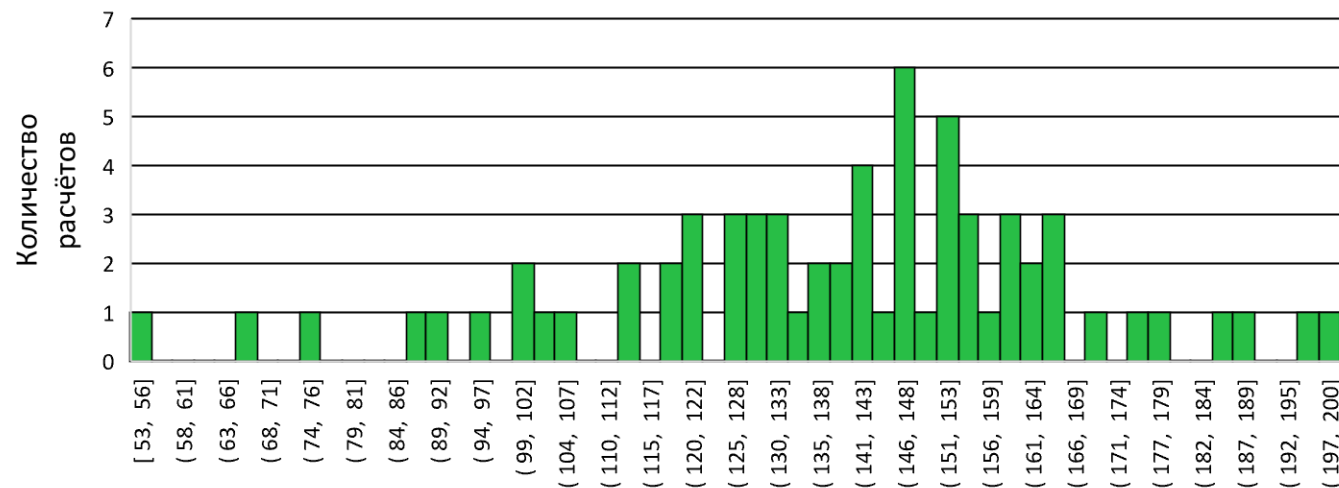
Эффективность энергоблоков на ПС
500 кВ Барнаульская

Берёзовская ГРЭС



Эффективность СРН, МВАр/кВ

Саяно-Шушенская ГЭС



Эффективность СРН, МВАр/кВ