

**АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКЛЮЧЕНИЯ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 110 КВ И ВЫШЕ
В УСЛОВИЯХ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ANALYSIS OF THE CAUSES
HIGH-VOLTAGE POWER LINES 110 KV AND HIGHER
IN THE CONDITIONS OF THE KYRGYZ REPUBLIC**

Аннотация. Статья посвящена анализу причин отключений линий электропередач в условиях Кыргызской Республики. Рассмотрены и изучены фактические данные по отказам линий 110,220 и 500 кВ за 15 летний (с 2001 по 2015гг) период по отключениям эксплуатационной линейной и оперативно диспетчерской службы ОАО «НЭС Кыргызстана».

Abstract: The article is devoted to the analysis of the causes of power outages in the Kyrgyz Republic. The actual data on the failures of the 110.220 and 500 kV lines for the 15-year period (from 2001 to 2015) for the disconnections of the operational linear and operational dispatching service of OJSC NES of Kyrgyzstan were considered and studied.

Ключевые слова: Электроэнергетика, электропередача, эксплуатация, диспетчерская служба.

Key words: Electric power, power transmission, operation, dispatching service.

Электроэнергетика Кыргызской Республики является одной из основных образующих отраслей бюджета страны, поэтому от надежности её функционирования во многом зависит успех развития экономики страны и благосостояние её граждан.

На надежность, безаварийную и бесперебойную работу высоковольтных линий оказывают достаточно много различных, как технологических и технических организационных факторов, так и природно-климатические условия эксплуатации: высокогорье, осадки в виде снега и дождя, ледяные наледи, температура окружающей среды, атмосферные перенапряжения и ветровые нагрузки и т.д.

Оценка и учет всех этих факторов определяет уровень надежности воздушных линий электропередач. Поэтому выработка научно-обоснованных методов по обеспечению снижения количества отключений высоковольтных воздушных линий, возникающих в силу вышеизложенных причин, являются весьма актуальной и важной задачей для энергетической отрасли.

Настоящая работа посвящена первому этапу этой сложной и многогранной работы - осуществлению анализа причин аварийных отключений ВЛ на основе полученных многолетних статистических эксплуатационных данных, собранных ОАО «НЭСК» для линий напряжением 110-220-500 кВ за период 2006-2016 годы.

В результате изучения и обобщения полученной информации о причинах аварийных отключений ВЛ, собранных за рассматриваемый период, удалось сгруппировать и классифицировать эти причины по определенным критериям и получить определенную картину, которая приведена в табл.1.

Как видно из табл.1, имеется достаточно большое разнообразие причин отключений, которые по своим критериям сгруппированы в 15 групп. Приложение 1 (таблица 1.)

Анализ табличных данных показывает, что за рассмотренный период ежегодное количество аварийных отключений колеблется от 63 до 114. Какой-либо закономерности изменения этих отключений во временном периоде не наблюдается, однако можно

заметить, что отключения по причине выхода из строя изоляторов (поз.6) и по природно-климатическим причинам (поз.8) составляют большую часть.

Можно предположить, что это связано с особенностями природно-климатических условий работы наших высоковольтных сетей, которые, как правило, проходят по высокогорному рельефу местности, где высота над уровнем моря в некоторых случаях достигает высот 3 тыс. метров и более. Трассы ВЛ. проходят по территории неблагоприятных или магических условий, где наблюдается большое количество грозовых молний, сильных ветров. Следствием таких условий работы ВЛ является повышение аварийности и выход их строя элементов конструкций ВЛ (опор, непосредственно самих проводов, грозотроса, гирлянд изоляторов и т.д.). С учетом сделанных предположений мы попытались оценить степень аварийных отключений и выхода из строя элементов конструкции ВЛ по причине грозовых явлений в отличие от всех остальных наблюдаемых причин. Обследование и анализ причин аварийных отключений в табл.1. позволяет получить объективные данные для дальнейшей оценки грозоустойчивости ВЛ.

Общеизвестно, что отключение ВЛ от молний сопровождаются успешными автоматическими повторными включениями линии, а при оценке эффективности грозозащиты используется показатель вероятности неуспешной работы автоматически повторных включателей. С учетом этого фактора нами получены диаграммы изменения общего количества отключений ВЛ от грозовых явлений и по неустановившимся причинам в рассматриваемый 15 летний период с 2001 года по 2016год. Полученные результаты представлены на рис.1.

Таб.1. Анализ причин отключения ВЛ

№	Причины	2004 г.		2005 г.		2006 г.		2007 г.	
		кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
1	Повреждение опор	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%
2	Обрыв провода	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
3	Повреждение Грозо тросса	0	0%	1	1%	0	0%	1	2%
4	Обрыв шлейфа	2	2%	2	3%	1	1%	0	0%
5	Низовые пожары	7	6%	5	7%	6	8%	1	2%
6	Пробои изоляторов	13	11%	15	22%	7	9%	7	11%
7	Перкр. Шлеф к опору	3	3%	0	0%	3	4%	0	0%
8	Природноклимат услов. ветер, гроза	28	25%	8	12%	4	5%	13	21%
9	Из-за птиц	3	3%	8	12%	1	1%	0	0%
10	Нарушение охр. зоны	2	2%	0	0%	3	4%	0	0%
11	Деревья	5	4%	4	6%	2	3%	0	0%
12	Из-за наброса	2	2%	0	0%	0	0%	0	0%
13	Прочие (в т.ч. РЗА)	0	0%	0	0%	13	17%	6	10%
14	Из-за поврежд.оборуд. ПС	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
15	Не установл. причины	51	45%	31	46%	31	40%	25	40%

1 6	Всего отключения	114	100	68	100	78	100	63	100
--------	-------------------------	------------	------------	-----------	------------	-----------	------------	-----------	------------

2008 г.		2009 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.	
КОЛ-ВО	%												
0	0%	1	2%	0	0%	1	1%	0	0%	0	0%	0	0%
0	0%	0	0%	2	3%	3	4%	0	0%	1	1%	0	0%
1	2%	1	2%	0	0%	2	2%	0	0%	2	3%	0	0%
2	4%	0	0%	0	0%	0	0%	2	3%	3	4%	1	1%
6	11%	1	2%	2	3%	8	9%	6	9%	6	8%	4	6%
7	13%	7	11%	11	17%	26	31%	11	16%	12	16%	14	21%
4	7%	0	0%	0	0%	2	2%	3	4%	3	4%	0	0%
9	16%	13	21%	4	6%	10	12%	16	24%	2	3%	2	3%
0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	7	9%	2	3%
0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%
0	0%	0	0%	1	2%	1	1%	0	0%	2	3%	0	0%
0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	0	0%
4	7%	6	10%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%
0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
25	45%	34	54%	45	69%	31	36%	29	43%	38	50%	43	64%
56	100	63	100	65	100	85	100	68	100	76	100	67	100

Как видно из полученных диаграмм, группа аварий по причине грозовых явлений, в сравнении с общим количеством отключений, составляет основную часть (17,3%). Причинами столь высокого процента отключений из-за грозовых перенапряжений послужили:

- неудовлетворительное состояние элементов грозозащиты ВЛ (высокое сопротивление заземляющих устройств опор, отсутствие грозотроса или его коррозия, снижение электрической прочности гирлянд изоляторов);
- несоответствие принятых проектных решений по конструкции ВЛ условиям эксплуатации (удельной проводимости грунтов, грозовой активности, особенностей рельефа на трассе ВЛ и т.д.). Все это, естественно, и оказывает существенные влияния на надежность функционирования ВЛ.

Следовательно, можно утверждать, что грозовые явления для ВЛ в условиях нашей республики являются весьма характерной и важной особенностью для надежного функционирования линий электропередач и этому необходимо уделять самое серьезное внимание при проектировании и эксплуатации ВЛ. Для оценки вероятности возможных отключений ВЛ по причине грозовых явлений обратимся к диаграмме, приведенной на рис.2, которая получена в результате обработки статических данных наблюдений ОАО «НЭСК» за 15 летний период (таб.2).

Табл.2. Данные практических отклонений ВЛ за период 2001-2015г.
ОАО «НЭСК»

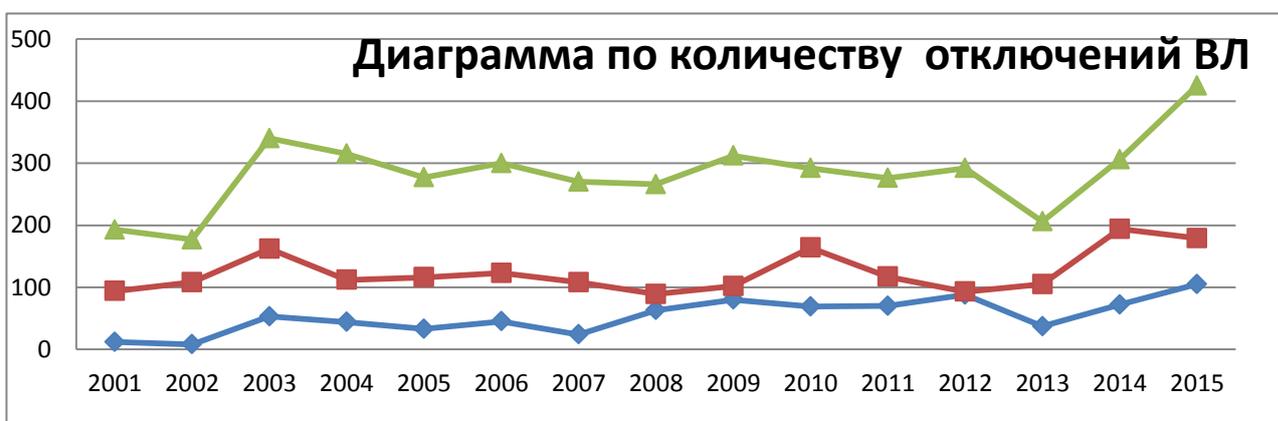
№ п/п	Годы	Общее количество	Отключение ВЛ по неустановленной	Отключение по причине грозовых явлений
-------	------	------------------	----------------------------------	--

1	2	отключений 3	причиной		Количество 6	%
			Количество 4	% 5		
1	2001	193	94	48,7	12	6,2
2	2002	177	108	61,0	8	4,5
3	2003	340	162	61,0	53	15,5
4	2004	315	112	35,5	44	13,9
5	2005	277	116	41,8	33	11,9
6	2006	300	123	41,0	45	15,0
7	2007	270	108	40,0	24	8,8
8	2008	266	89	33,4	63	23,6
9	2009	312	102	32,6	80	25,6
10	2010	292	164	56,1	69	23,6
11	2011	276	117	42,39	70	25,3
12	2012	292	93	31,8	88	30,1
13	2013	206	105	50,9	37	17,9
14	2014	306	194	63,3	72	23,5
15	2015	425	179	42,1	105	24,7

Причинами столь высокого процента отключений из-за грозových перенапряжений послужили:

- неудовлетворительное состояние элементов гроззащиты ВЛ (высокое сопротивление заземляющих устройств опор, отсутствие грозотроса или его коррозия, снижение электрической прочности гирлянды изоляторов);
- несоответствие принятых проектных решений по конструкции ВЛ условиям эксплуатации (удельной проводимости грунтов, грозовой активности горного рельефа на трассе ВЛ).

Для удобства анализа диаграмма построена в относительных процентных величинах аварийных отключений от грозových явлений к большому числу всех отключений. Из полученной диаграммы можно видеть, что за рассматриваемый период среднее значение аварийных отключений от грозových явлений по отношению к числу всех отключений составляет



что в рассматриваемом временном отрезке в 15 лет, за последние 7 лет, в период с 2008 по 2015гг., величина этих отключений составляет более 25%.

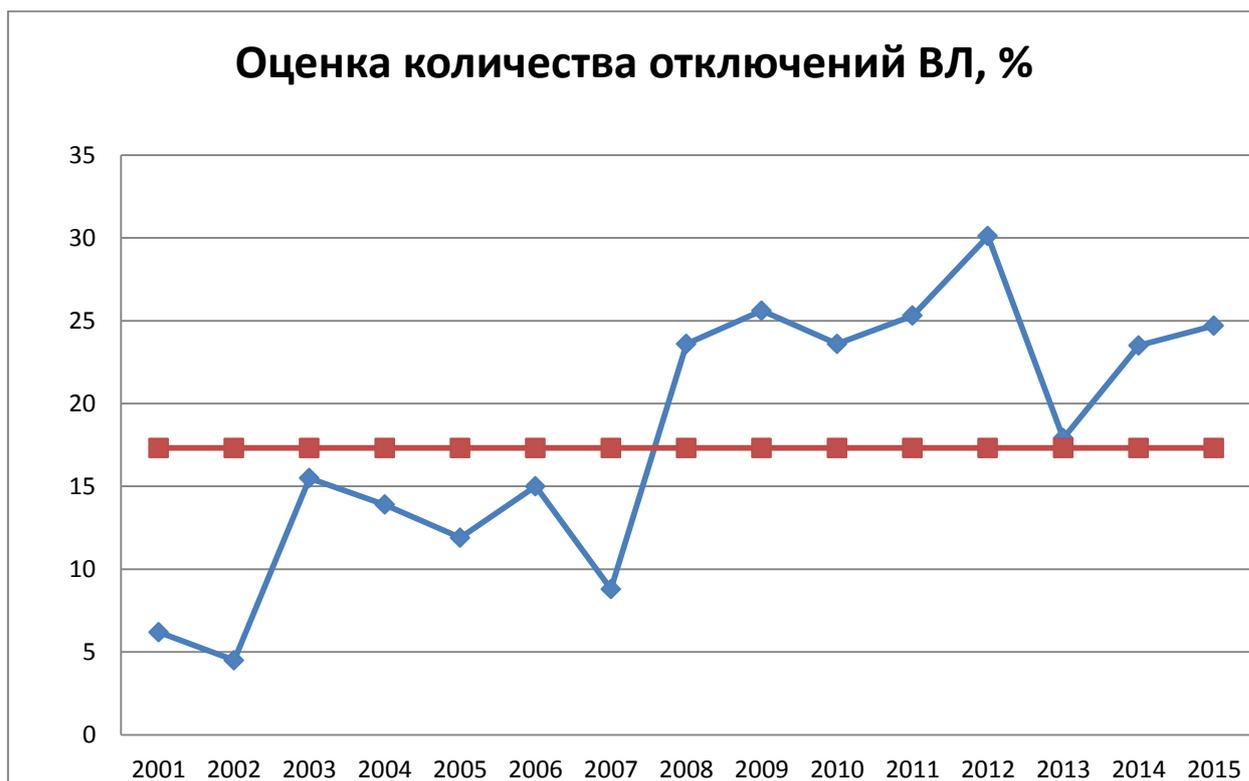
Рис.1.

Из этого следует, что аварийные отключения ВЛ от грозových явлений являются существенными, достаточно значимым факторами. Для условий Кыргызской Республики при проектировании и эксплуатации этих линий следует уделять особое внимание на

выработку практических рекомендаций по снижению аварийных отключений, вызываемых этими явлениями.

Если же учесть, что из числа неустановленных причин аварийные отключения происходят от грозовых явлений, что часто наблюдается на практике, то процент аварийности от грозовых явлений может быть еще выше. Например, если от неустановленных причин отключений взять минимально возможное количество отключений по причине грозы, то оно составит 7,4 %, тогда средняя величина общих отключений от грозовых явлений может достигать величины 24,7 %, а это уже достаточно много.

Рис.2.



Таким образом, проведенный анализ статических данных аварийных отключений ВЛ 110 кВ и выше показал, что в условиях Кыргызской Республики одной из основных причин появления аварийных отключений являются грозовые явления. По значимости их влияния на надежность работы энергосистемы грозовые явления стоят в первых рядах. Поэтому крайне важно при выработке мероприятий по повышению надежности ВЛ обратить внимание на снижение вероятности повреждений, обусловленных атмосферным перенапряжением.

Следует так же отметить, что максимальная величина причин аварийных отключений по вине грозовых явлений может достигать 30,1% от общего числа аварийных отключений ВЛ.

Полученные результаты и проведенный анализ позволяют наглядно продемонстрировать актуальность и проблему надежности ВЛ, связанных с исследованием процессов образования и взаимодействия грозовых явлений на высоковольтные линии, приводящие к существенному снижению надежности работы энергосистемы в горно - климатических условиях Кыргызстана, и в перспективе ставит перед эксплуатационными специалистами и учеными новые задачи по разработке инновационных технических решений и методов расчета для выработки способов защиты ВЛ от грозовых явлений.

Литература:

1. ПУЭ, 2007.
2. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозных и внутренних перенапряжений: РД 153-34,3-35,1299-99.
3. Годовой отчет ОАО «НЭСК» за 2001 - 2015.
4. Анализ программ по повышению грозоупорности ВЛ МЭС Центр 7л. и МЭС Востока 9л.