

## РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.

*М.Э. Гусельников, к.т.н., доц.,  
М.В. Гуляев, ст. преподаватель,  
А.И. Сечин, д.т.н., проф.,  
А.А. Сечин, к.т.н., доц.,  
И.И. Романцов, к.т.н., доц.,  
И.И. Авдеева, ст. преподаватель,  
Л.Д. Давлатов, студент гр. 1Е81*

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,  
тел. (3822)- 701-777  
E-mail: [gmv@tpu.ru](mailto:gmv@tpu.ru)*

Монтаж и обслуживание воздушных линий электропередач (ЛЭП) являются одними из опаснейших трудовых операций. Наибольшую опасность представляют работы на высоте при монтаже ЛЭП. Согласно данным Минэнерго РФ причинами аварий на ЛЭП являются [1]: атмосферное электричество во время грозы – 29 %; действия животных и птиц – 15 %; неудовлетворительное состояние аппаратуры, отключающей сеть – 9 %; воздействие посторонних лиц – 11 %; неблагоприятные природные явления – 17 %; несвоевременное выявление и устранение дефектов – 15 %; другие причины – 4 %.

Имея статистические данные о количествах, причинах и последствиях аварий [2], можно вычислить вероятности возникновения аварий в расчете на километр трассы ЛЭП и в расчете на одного человека. Для находящегося в собственности «Томскнефть» ВНК участка одноцепной «ВЛ 110 кВ Советско-Соснинская – Вахская» воздушных линий напряжением 110 кВ результаты проведенных расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расчет вероятности возникновения аварии.

№п/п	Вид аварии	Вероятность аварии		Число людей, чел/(год·авария)	
		%/(год·км)	%/(год·чел)	пострадавших	погибших
1	Удар молнии	1,00	25,00	0,7500	0,00340
2	Действие птиц	0,54	13,50	0,4050	0,00180
3	Неблагоприятные природные явления	0,61	15,25	0,4575	0,00210
4	Неудовлетворительное состояние аппаратуры	0,32	8,00	0,2400	0,00110
5	Несвоевременное устранение дефектов	0,54	13,50	0,4050	0,00180
6	Воздействие посторонних лиц	0,18	4,50	0,1350	0,00060
7	Работы в охранных зонах	0,07	1,75	0,0525	0,00024
8	Рубка леса	0,07	1,75	0,0525	0,00024
9	Проезд техники	0,07	1,75	0,0525	0,00024
10	Другие причины	0,14	3,50	0,1050	0,00047

Возникновение любой аварии приносит ущерб. Этот ущерб оценивается в рублях по следующей формуле:  $Y_i = C_M + Z_p + C_{\Pi} + C_L + K_{\Pi}$ , где:  $C_M$  – стоимость материалов, использованных при ремонте;  $Z_p$  – оплата работ ремонтного рабочего;  $C_{\Pi}$  – стоимость недопроизведенной продукции;  $C_L$  – стоимость лечения пострадавшего;  $K_{\Pi}$  – компенсация родным погибшего.

Так как убытки от аварии определяются не только вероятностью ее возникновения, но и тяжестью последствий, для рассматриваемого участка ВЛ-110 кВ был подсчитан риск для аварий, вызываемых различными причинами (таблице 2).

Таблица 2. Результаты расчета рисков возникновения аварии.

№ п/п	Вид аварии	$P_{AT}$ , %/ (год·км)	$P_A$ , %/(год)	$Y_i$ руб.	$R_i$ , руб/год
1	Удар молнии	1,00	29,00	443739,26	128684,3
2	Действие птиц	0,54	15,66	147573,51	42796,3
3	Неблагоприятные природные явления	0,61	17,69	443988,42	128756,6
4	Неудовлетворительное состояние аппаратуры	0,32	9,28	310999,60	90189,9
5	Несвоевременное устранение дефектов	0,54	15,66	443919,01	128736,5

Очевидно, что для снижения ожидаемого ущерба от аварий в первую очередь необходимо разрабатывать мероприятия по снижению вероятности возникновения аварий с наибольшей величиной риска. Из анализа аварийных отключений и их причин на рассматриваемой ВЛ-110 кВ видно, что большое число аварийных отключений ЛЭП происходит по погодным причинам в результате гроз и ураганов. Для снижения аварийности на рассматриваемой ЛЭП необходимо усилить конструкции опор и после аварийной замены устанавливать усиленные провода. Для снижения вероятности порывов проводов упавшими при урагане деревьями необходимо расчищать просеку с предусмотренной нормативными документами шириной.

Для снижения вызываемого грозовыми перенапряжениями риска предлагается повысить категорию молниезащиты, при ремонтных работах усилить механическую прочность проводов и изолирующие свойства изоляторов. Также по мере выхода защитной аппаратуры из строя необходимо заменять ее на более совершенную.

Для снижения риска аварий, вызываемых птицами, необходимо установить полимерные колпаки и конструкции в виде искусственных заграждений.

Для уменьшения риска, вызываемого несвоевременным выявлением и устранением дефектов, предлагаются следующие организационные мероприятия:

- разработка системы мониторинга и прогнозирования надежности в электроэнергетике;
- разработка системы отраслевых регламентов и национальных стандартов по обеспечению надежности;
- разработка системы и конкретных значений нормируемых показателей надежности и требований по надежности;
- разработка системы механизмов, обеспечивающих соблюдение условий надежности по всей технологической цепочке от генерации до потребления в условиях рынка.

#### **Список литературы:**

1. Васильева Т. Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 152 с.: ил.
2. Дулесова Н. В. Анализ состояния линий электропередач 110 кВ на основе меры неопределенности информации / Н. В. Дулесова, П. А. Братилова. // Актуальные вопросы научных исследований: сборник научных трудов по материалам IX Международной научно – практической конференции г. Иваново, 15 февраля 2017 г. – Иваново: ИП Цветков А.А., 2017. – С . 19 – 23/ 76 с.
3. Воропай Н. И. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике: / Н. И. Воропай, Г. Ф. Ковалёв, Ю. Н. Кучеров. – М.: ООО ИД «ЭНЕРГИЯ», 2013. – 212с.