

УДК 620.004

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЛЭП – 110 КВ «ЗАПАДНАЯ»

Липина Г. А., ст. преподаватель
Лисовая А. С., магистрант гр. ЭПм-221, I курс
Научный руководитель: Казунина Г.А., д.т.н., доцент,
профессор кафедры математики
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Актуальность математики как науки не вызывает никаких сомнений, она стоит на вершине цепочки инновационного развития. Математическое описание явлений и богатство методов исследования позволяет углубиться в понимание и решение теоретических и практических задач. Модели и способы анализа выстроены достаточно четко и последовательно. Одним из важных разделов математики является теория вероятности, изучающая случайные величины, их характер и операции, проводимые над ними. Вероятность необходима для присвоения количественного описания возможности свершения события и для определения численности удачных и менее удачных исходов. Существует два основных подхода к изучению теории вероятностей: теоретический и экспериментальный. В основе первого лежат логические суждения без проведения испытаний и опытов, в основе второго – исторические данные, определяемые с помощью повторных экспериментов. Теория вероятностей позволяет просчитать риски от реализации принятых решений [1].

Случайность отображает реально существующую действительность, которая подвержена влиянию бесчисленного множества воздействующих друг на друга показателей, не поддающихся учету. Случайными могут быть явления, события, величины и функции. Непредвиденные обстоятельства присущи всем направлениям жизнедеятельности общества – энергетика не является исключением. В системах электроснабжения непостоянны величины режимных параметров: ток, напряжение, активная и реактивная мощность, изменяющиеся во времени. За счет вовлечения множества элементов (электроприемников, аппаратов, механизмов и др.) на этапах производства, преобразования, передачи, распределения и потребления (накопления) энергии увеличивается вероятность аварийных повреждений. Это связано с тем, что различные технические устройства имеют отличающиеся графики работы и условия эксплуатации [3].

Аварии, нарушение функционирования или выход из строя приборов являются чрезвычайными случаями, возникающими ввиду наложения множества неблагоприятных факторов. Анализ повреждений необходим для контроля структуры системы, характеристик и работы объектов.

Практическое применение теории вероятности для решения задач электроэнергетики лучше рассматривать на конкретном примере. В настоящей работе исследованы повреждения на линии электропередачи. Исходные данные об отключениях указаны за период с 2017 г. по 2021 г. для региональной ЛЭП – 110 кВ «Западная», длиной 77,873 км, расположенной в Кемеровской области. Причины формирования аварийных отключений, их количественное разложение за предложенный промежуток времени представлены в табл. 1, распределение отключений по годам – на рис. 1.

Таблица 1

Причины аварийных отключений ЛЭП – 110 кВ

№	Причина отключений	Год					Итого
		2017	2018	2019	2020	2021	
1	Грозовые перенапряжения	1	0	0	2	1	4
2	Перекрытие изоляторов	1	1	3	1	3	9
3	Загрязнение поверхности изоляторов	0	1	1	1	2	5
4	Повреждение в сети потребителя	0	0	0	2	1	3
5	Птицы	1	0	1	0	2	4
6	Причина не установлена	0	2	3	1	1	7
Итого		3	4	8	7	10	32

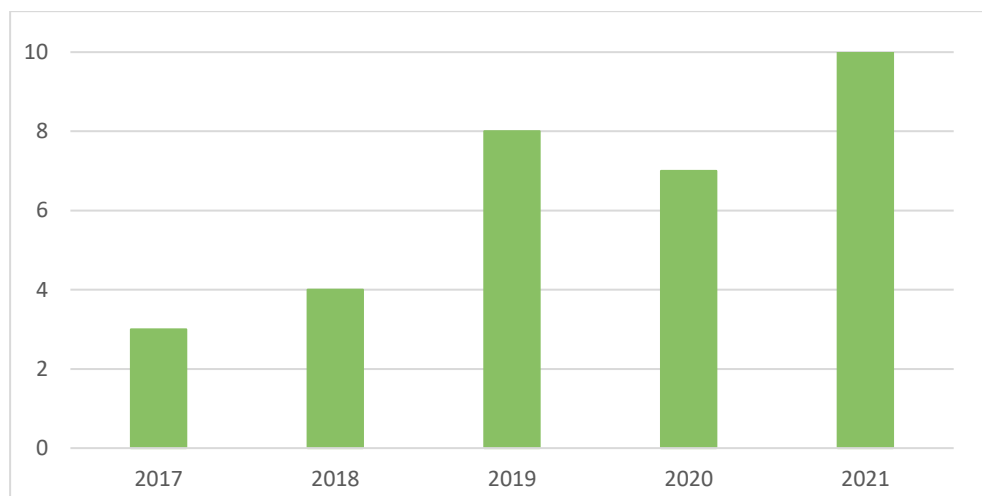


Рис. 1. Распределение аварийных отключений ЛЭП – 110 кВ по годам

На основании изложенной информации оцениваются нарушения линии электропередачи, что позволит судить о степени ее точности и пригодности к применению, а также предотвратить сбои и ошибки функционирования. Для этого вводится понятие интенсивность отказов – плотность вероятности выхода из строя объекта в некоторый момент при условии, что до этого объект был исправным. Основной характеристикой потока отказов является число отказов в единицу времени [2].

$$\lambda_i = \frac{m_i}{t_i}, \quad (1)$$

где m_i – число отказов в i -м году эксплуатации;
 t_i – время эксплуатации (года, дни, часы).

В работе рассматривается простейшая модель в режиме нормальной эксплуатации, когда поток отказов имеет постоянную интенсивность. Такой поток может быть описан при помощи экспоненциального закона, важной особенностью которого является следующее: вероятность безотказной работы на данном интервале зависит не от продолжительности предшествующей работы, а исключительно от величины временного отрезка. Таким образом, дальнейшее поведение объекта не зависит от прежнего при условии, что до отказа предмет исследования исправен [2].

$$F_i(t_i) = 1 - \exp(-\lambda_i \cdot t_i). \quad (2)$$

Итоги вычислений сведены и представлены в табл. 2.

Таблица 2

Вероятность отказов ЛЭП – 110 кВ

Показатели		Год				
		2017	2018	2019	2020	2021
Число отказов	m_i	3	4	8	7	10
Время эксплуатации (года)	t_i	1				
Интенсивность отказов	λ_i	3	4	8	7	10
Вероятность отказов	$F_i(t_i)$	0,95021	0,98168	0,99966	0,99909	0,99995

Опираясь на исход расчета вероятности отказов, строится график безотказной работы по годам (рис. 2).

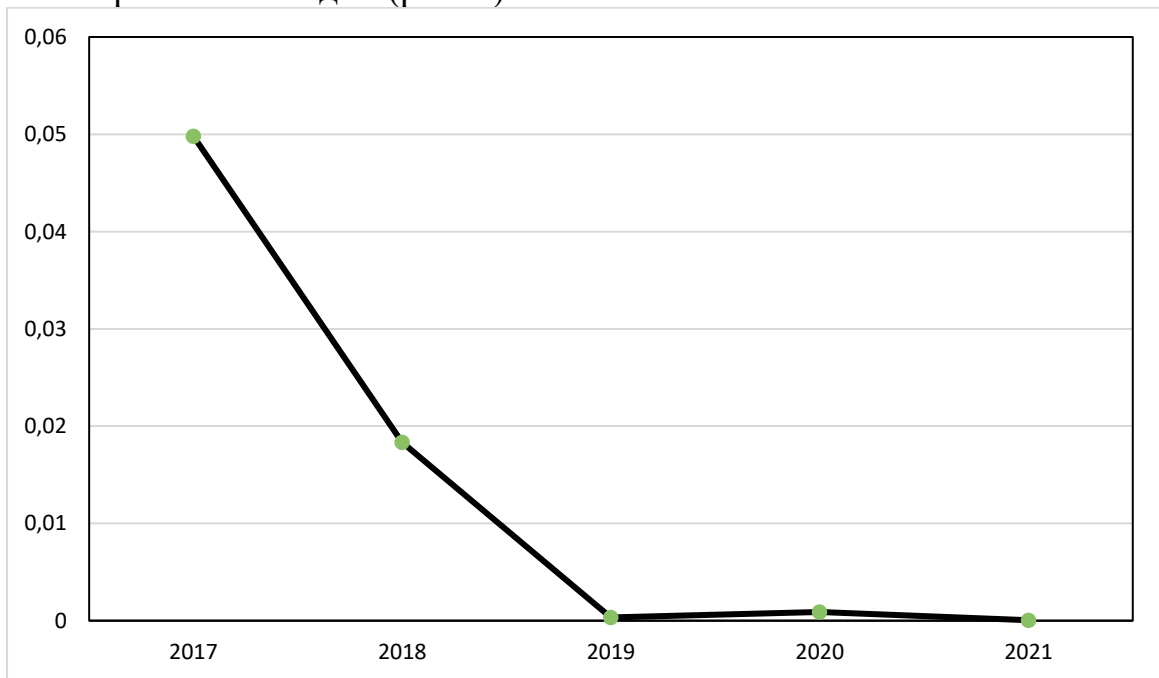


Рис. 2. Вероятность безотказной работы ЛЭП – 110 кВ

Как видно из диаграммы, линия электропередачи со временем теряет свою способность исправно функционировать. Это связано с тем, что объект

введен в эксплуатацию еще в прошлом веке и с каждым годом срок его службы подходит к концу. Существенными аспектами также являются воздействие природных (гроза, перепад температур, ветер) и технических факторов (короткое замыкание, внутреннее перенапряжение), способствующих появлению дефекта, и, как следствие, разрушению линии. Чем больше вероятность выхода из строя и повреждений, тем менее надежен объект.

Список литературы:

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
2. Волков Н. Г. Надежность электроснабжения: учебное пособие // Н. Г. Волков, А. А. Сивков, А. С. Сайгаш – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – 160 с.
3. Ран Н.А., Антипов А.В., Городничева Е.В. Применение элементов теории вероятностей при решении задач электроэнергетики // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 2. С. 315-319.