

СНИЖЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ЕЭС

Лукашевич Д.А., Лялюк Д.С., Бурдин Д.А.

Научный руководитель - Королёва М.Н., ст. преподаватель

Данные о количестве аварий сформированы на основе актов расследования причин аварий на объектах электроэнергетики, размещенных в ПАК «База аварийности в электроэнергетике», а также аварий, расследование которых не завершено или не проводилось. В статистике аварий всегда учитываются аварии, произошедшие как по причинам, связанным с недостатками в технологической деятельности компаний, так и по причинам, независимым от них (воздействия посторонних лиц и организаций, птиц и животных, сверхнормативных стихийных явлений и иных форс-мажорных обстоятельств).

Учитывая факторы, способствующие аварийности рассчитаем вероятность аварии на ОЭС Северо-Запада (поставщик электроэнергии в Беларусь).

Так, поражение током птиц и животных может привести к повреждению линий электропередач и прерыванию поставок электричества, создавая проблему для энергораспределительных компаний в местностях, где часто происходят случаи поражения птиц электротоком. Повреждение из-за короткого замыкания, когда птица соприкасается с фазами или делает контакт между фазой и землей, может повредить волокна кабеля, но чаще всего короткие замыкания повреждают оборудование (например, трансформаторы, перегоревшие предохранители, громоотводы). Вероятность замыкания линии электропередачи птицей или животным в среднем составляет порядка 0,0009 процента. Вероятность того, что замыкание произойдет из-за стихийного бедствие по среднестатистическим данным составляет 0,0014 процента. Вероятность поломки оборудования на 2014 год составляет $(1,83/1000)=0,00183$. По известным данным рассчитаем общую вероятность отключения линии не учитывая человеческий фактор (т.к. это невозможно предвидеть). Вероятность первого события составит $P(A)=0,0009$, Второго- $P(B)=0,0014$, Третьего- $P(C)=0,00183$. Вероятность поломки равна:

$$P(A1) = 1 - P(A) = 1 - 0,01669 = 0,98331$$

$$P(B1) = 1 - P(B) = 1 - 0,0014 = 0,9986 \quad P(C1) = 1 - P(C) = 1 - 0,00183 = 0,99817$$

$$P(A1B1C1) = P(A1) \cdot P(B1) \cdot P(C1) = 0,98331 \cdot 0,986 \cdot 0,99817 = 0,9833$$

Вероятность того, что линия в течении года выйдет из строя составит:

$$P(1-A1B1C1) = 1 - P(A1) \cdot P(B1) \cdot P(C1) = 1 - 0,99817 = 0,00183$$



Вентильный зал ВПТ

Год	2016	2017	2018
Удельная аварийность	1,40	1,13	0,94

Рассчитаем на сколько в среднем снижается аварийность после принятия программы по снижению потерь электрической энергии в 2015 году, сделаем это зная данные по удельной аварийности за 2016-2018 года.

Учитывая, что в 2014 году удельная аварийность составляла 1,83 на 1000 условных единиц всего электросетевого оборудования, то в 2016 году удельная аварийность составила уже 1,4 на 1000 условных единиц, то есть наблюдалось снижение на $1 - \frac{100 \cdot 1,43}{1,83} = 21,86\%$, в 2017 году аварийность снизилась на $1 - \frac{100 \cdot 1,13}{1,43} = 20,98\%$ по отношению к 2016 году, в 2018 году снижение составило $1 - \frac{100 \cdot 0,94}{1,13} = 16,81\%$. Программа рассчитана на 5 лет, то есть до 2020 года. Рассчитаем как снижение аварийности оборудования повлияло на вероятность выхода из строя линии, учитывая то, что:

$$P(A1) = 1 - P(A) = 1 - 0,0009 = 0,9991$$

$$P(B1) = 1 - P(B) = 1 - 0,0014 = 0,9986$$

За 2018 год- $P(C)=0,00094$, за 2017- $P(C)=0,00113$,

$$P(C1) = 1 - P(C) = 1 - 0,00094 = 0,99906$$

$$P(A1B1C1) = P(A1) \cdot P(B1) \cdot P(C1) = 0,9991 \cdot 0,9986 \cdot 0,99906 = 0,98419$$

Вероятность того, что линия в течении года выйдет из строя составит:

$$P(1-A1B1C1) = 1 - P(A1) \cdot P(B1) \cdot P(C1) = 1 - 0,98419 = 0,01581$$

Как видим за 4 года аварийность снизилась на:

$$d = 0,01669 - 0,01581 = 0,00088$$

2016	2017	2018	2019	2020	Итого 2016-2020
55 500	70 500	62 500	61 500	74 500	324 500

В таблице видно финансирование, затраченное на закупку и установку нового оборудования (указано в тыс. рос. рублей). В период с 2016 по 2020 затрачено 324,5 млн. рублей, если же учитывать период в 2016-2018 года, то затрачено 188,5 млн. рублей. Сумма, которая затрачивается на устранения среднестатистической аварии плюс материальный ущерб, нанесенный электроснабжающей организацией потребителю, составляет в среднем 10 млн. рублей. В 2018 году произошло 2265 аварий, таким образом, суммарный ущерб составил $2265 \cdot 10 = 22650$ млн. рублей.

Если учесть снижение аварийности за 4 года, то получаем экономию в $22650 \cdot 0,00088 = 19,932$ млн.рублей. за 2018 год относительно 2016 года.

Глубоко изучив систему аварийности на объектах ЕЭС, мы пришли к следующему выводу: внедрение нового оборудования (АСУТП, СТАТКОМ, УШР, токоограничивающее устройство на основе сверхпроводников) позволяет повысить надежность работы, снизить роль человеческого фактора, повысить экологичность, сокращение затрат на собственные нужды. Несмотря на большие затраты в период внедрения нового оборудования, экстенсивный рост даст положительный эффект в экономическом и технологическом плане.

Литература

1. <https://minenergo.gov.ru/node/989> (Электронный ресурс. Режим доступа).
2. <http://static.government.ru/media/files/MUNhgWFddP3Uff9RJASDW9VxP8zwcB4Y.pdf> (Электронный ресурс. Режим доступа).
3. https://www.fsk-ees.ru/shareholders_and_investors/disclosure_of_information/annual_report/s/?sphrase_id=60016 (Электронный ресурс. Режим доступа).
4. <https://www.rbc.ru/rbc500> (Электронный ресурс. Режим доступа).
5. https://www.fsk-ees.ru/shareholders_and_investors/dis.. (Электронный ресурс. Режим доступа).