

Н.М. Шаулева, канд. техн. наук, доцент,  
(ФГБОУ ВПО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева»)

И.А. Лобур, канд. техн. наук, доцент,  
(ФГБОУ ВПО «КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева»)

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ПРИМЕРЕ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА**

На действующих разрезах Кузнецкого угольного бассейна сосредоточено 11 % всех запасов угля России (117,2 млрд. т), пригодных для разработки открытым способом.

Угольные разрезы Кузбасса являются крупными механизированными предприятиями с высокой энергетической насыщенностью и современной высокопроизводительной техникой для выполнения работ по всему технологическому циклу – от вскрытия месторождения до выемки угля и рекультивации нарушенных горными работами участков земной поверхности.

Отказы в системах электроснабжения (СЭС) открытых горных работ снижают эффективность работы горных машин, технологических звеньев и угольного разреза в целом вследствие уменьшения объема добычи, увеличения себестоимости, снижения уровня промышленной безопасности.

Высокий уровень надежности систем электроснабжения и их элементов – один из решающих факторов, обеспечивающих эффективность использования горной техники. На надежность и безопасность функционирования систем электроснабжения и их элементов сильное влияние оказывают факторы горного производства – передвижной характер горных работ, буровзрывные работы, сильная запыленность воздуха, трудность проведения технического обслуживания, влияние погодных условий и др.

Проведённые на угольных разрезах Кузбасса статистические исследования показали, что основными причинами аварийных отключений фидеров являются аварии на воздушных линиях электропередачи (ВЛ), вызванные обрывом проводов, пробоем (обрывом) изоляторов и погодными условиями.

При помощи метода экспертных оценок к рассмотрению были приняты конструктивные и технико-эксплуатационные факторы. В качестве зависимой переменной, характеризующей аварийность ВЛ, выбрано число отказов на фидере. Поскольку подавляющее большинство аварий происходит на передвижных ВЛ, то рассматривались только те фидеры, у которых есть и стационарная, и передвижная части. Учитывая конструктивные особенности стационарных и передвижных ВЛ, для них отдельно подвергались анализу длина, углы встречи с преобладающими ветрами и количество угловых опор. Угловые опоры рассматривались в качестве фактора, влияющего на надежность потому, что они, по условиям эксплуатации, при нормальных условиях работы должны воспринимать слагающую натяжений проводов смежных пролетов [2].

В табл. 1 представлены уравнения регрессии, корреляционные отношения и остаточные среднеквадратические отклонения для различных конструктивных и технико-эксплуатационных факторов

Для всех исследуемых зависимостей значимость коэффициентов корреляции проверялась согласно [1] сравнением их с критическим значением, зависящим от объема выборки  $n$  и уровня значимости  $p$ . Для проверки значимости уравнения регрессии в целом использовали  $F$ -критерий Фишера. Для примера показаны линии регрессии для общих длин ВЛ (см. рис. 1).

Таблица 1

Факторы влияния	Уравнения регрессии	Корреляционное отношение $R^2$	Остаточное среднеквадратичное отклонение
Общая длина ВЛ $L$ , км	$y = 1,5486L + 5,6427$	0,0658	9,65
Длина стационарной части ВЛ $L_c$ , км	$y = 0,5829 L_c + 9,1883$	0,0037	10,01
Длина передвижной части ВЛ $L_n$ , км	$y = 3,9556 L_n + 5,5437$	0,1814	9,38
Нагрузка $P$ , кВт	$y = 0,0028P + 7,4777$	0,1075	9,89
Количество отпаек $N_{omn}$ на фидере	$y = 3,4345 N_{omn} + 6,0971$	0,2294	9,17
Угол встречи ВЛ с преобладающим ветром в целом по фидеру $\alpha$ , град	$y = 0,0309 \alpha + 8,0405$	0,0026	9,63
Угол встречи стационарных ВЛ с преобладающим ветром $\alpha_c$ , град	$y = -0,0044 \alpha_c + 9,446$	7E-05	9,64
Угол встречи передвижных ВЛ с преобладающим ветром $\alpha_n$ , град	$y = 0,2022 \alpha_n + 2,7003$	0,1398	9,46
Общее количество угловых опор $N_{yo}$	$y = 0,7084 N_{yo} + 5,1134$	0,1280	9,70
Количество стационарных угловых опор $N_{yco}$	$y = 0,4084 N_{yco} + 11,601$	0,0196	9,90
Количество передвижных угловых опор $N_{yon}$	$y = 1,0707 N_{yon} + 5,978$	0,2171	9,36
Количество экскаваторов $N_3$ , присоединенных к одному фидеру	$y = 3,5934 N_3 + 5,3398$	0,2313	9,13
Общее количество потребителей на одном фидере $N_{nom}$	$y = 1,875 N_{nom} + 3,3902$	0,1953	9,60
Срок службы стационарных ВЛ $t_{\phi c}$ ,	$y = 0,0072 t_{\phi c} + 0,5588$	0,0138	1,28

лет			
Срок службы забойных ВЛ $t_{\phi_3}$ , лет	$y = -2,1021 t_{\phi_3} + 6,3408$	0,0797	4,25
Срок службы распределительных ВЛ $t_{\phi p}$ , лет	$y = -0,7847 t_{\phi p} + 6,9429$	0,0672	3,55
Сечение провода ВЛ $S$ , $\text{мм}^2$	$y = -0,0785 S + 18,893$	0,0234	9,93

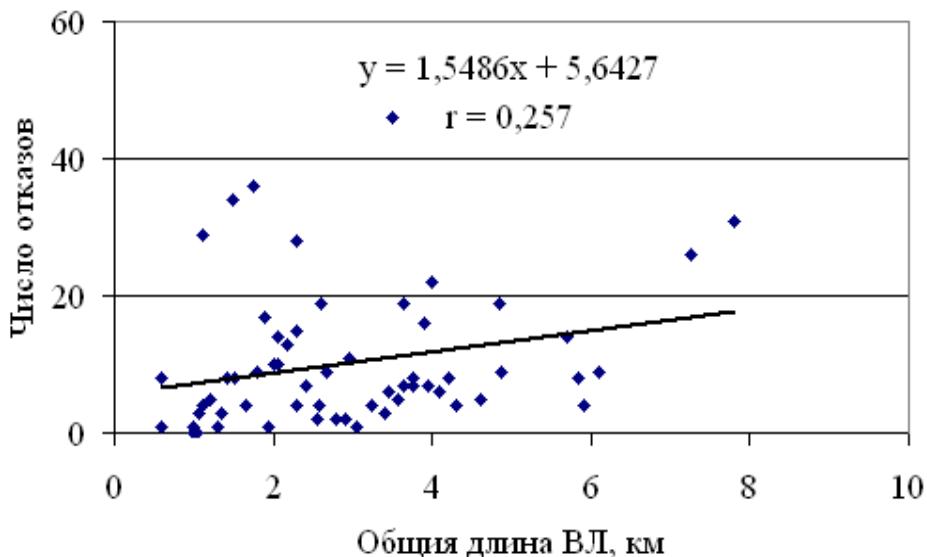


Рис. 1. Линии регрессии для: общих длин ВЛ

Можно сделать вывод, что низкие значения  $R^2$  для факторов, характеризующих стационарные линии электропередач, не оказывают существенного влияния на аварийность.

Самые низкие корреляционные отношения выявлены для сечения провода ( $R^2=0,0234$ ), длин стационарных ВЛ ( $R^2=0,00371$ ).

На аварийность ВЛ в 23 % случаев от общего числа отказов существенно влияет количество экскаваторов, присоединенных к одному питающему фидеру. Относительно большие значения  $R^2$  получены для количества отпаек на фидере ( $R^2=0,2294$ ), длин передвижных ВЛ ( $R^2=0,1814$ ) и количества передвижных угловых опор ( $R^2=0,2171$ ).

#### Список использованной литературы

1. Сигел Э. Практическая бизнес-статистика.: Пер. с англ. // М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1056 с.
2. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 3-й выпуск. – Новосибирск.: Сиб. унив. изд-во, 2006. – 854 с.