

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ПОЯВЛЕНИЯ ГРОЗ ДЛЯ ЗАДАЧ ОЦЕНКИ ВРЕМЕННЫХ ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

¹Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь, магистрант

²Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь, доцент, кандидат технических наук, доцент

³Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь, декан факультета инжиниринга и технологий связи, кандидат технических наук, доцент

В работе [1] был предложен метод определения вероятности возникновения временных отказов технических устройств электронных систем безопасности, в том числе для объектов инфокоммуникаций. Как отмечалось [1, 2], причинами появления временных отказов электронных устройств являются естественные и искусственные воздействия факторов окружающей среды: молния, раскаты грома, сильный ветер, включение мощной электромагнитной промышленной установки и т.д. Гроза – атмосферное явление, при котором внутри облаков или между облаками и земной поверхностью возникают электрические разряды – молнии, сопровождаемые громом. Молнии и грозовые раскаты – это факторы, с которыми нередко приходится сталкиваться при эксплуатации электронных систем безопасности, особенно в весенне-летний период времени. Актуальным является оценка частоты появления гроз для регионов Республики Беларусь.

В данной работе оценка частоты появления гроз в течение одного года выполнена для города Минска. Считаем, что молния и грозовые разряды могут вызвать сбой (временный отказ) электронных устройств на удалении до 16 км от объекта установки электронной системы безопасности. С учетом этого в таблице 1 приведены сведения о грозах, полученные на основе анализа работ [3, 4].

Таблица 1 – Характеристика гроз для разных периодов года

Период года	Среднее количество суток с грозой на удалении ≤ 16 км от объекта, $N_{с.гр п.г}$	Средняя продолжительность грозы в сутки, сопровождающиеся грозой, на удалении ≤ 16 км от объекта, $t_{с.гр}$ (ч)
Весенне-летний (апрель–сентябрь)	25,7	1,3
Осенне-зимний (октябрь–март)	0,8	0,5

Введем обозначения:

A – событие, состоящее в том, что в произвольно выбранный момент времени будет происходить гроза;

$A_{п.г}$ – событие, состоящее в том, что произвольно выбранный момент времени будет соответствовать весенне-летнему или осенне-зимнему периоду года;

$A_{с.гр}$ – событие, состоящее в том, что что в течение произвольно выбранных суток рассматриваемого периода года будет происходить гроза;

$A_{t.гр}$ – событие, состоящее в том, что в произвольный момент времени суток, сопровождающихся грозой, будет происходить гроза.

Вероятности событий будем обозначать как $P(A_i)$, где нижний индекс i означает рассматриваемое событие.

Пользуясь теоремой умножения вероятностей событий, можно записать

$$P(A) = P(A_{п.г}) \times P(A_{с.гр} | A_{п.г}) \times P(A_{т.гр} | A_{п.г} \times A_{с.гр}), \quad (1)$$

где $P(A_{п.г}) = 0,5$ (два периода года одинаковой продолжительности); $P(A_{с.гр} | A_{п.г})$, $P(A_{т.гр} | A_{п.г} \times A_{с.гр})$ – условные вероятности; $A_{п.г} \cdot A_{с.гр}$ – произведение событий.

Оценку условной вероятности события $A_{с.гр}$ найдем как

$$P(A_{с.гр} | A_{п.г}) = \frac{N_{с.гр|п.г}}{N_{с|п.г}}, \quad (2)$$

где $N_{с|п.г}$ – число суток в рассматриваемом периоде года ($N_{с|п.г} = 183$ сут).

Для оценки условной вероятности события $A_{т.гр}$ при условии, что в произвольный момент времени суток, сопровождающихся грозой, будет происходить гроза, воспользуемся выражением

$$P(A_{т.гр} | A_{п.г} \times A_{с.гр}) = \frac{t_{с.гр}}{t_c}, \quad (3)$$

где $t_{с.гр}$ необходимо брать в часах с учетом периода года и средней продолжительности грозы в сутках, сопровождающихся грозой, в этот период года (см. таблицу 1); t_c – длительность суток ($t_c = 24$ ч).

С использованием данных таблицы 1 и формул (1)–(3) получено:

- для весенне-летнего периода $P(A) \approx 0,007607$;
- для осенне-зимнего периода $P(A) \approx 0,000091$.

Среднее значение вероятности $P(A)$ обозначим через $P_{ср}(A)$. С учетом равной продолжительности весенне-летнего и осенне-зимнего периодов года $P_{ср}(A) \approx 0,003849$. Этим значением вероятности можно пользоваться для электронных устройств систем безопасности при расчете вероятности возникновения их временных отказов, вызываемых грозами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Батура, А. А. Новый подход к оценке эксплуатационной надежности электронных систем обеспечения безопасности объектов инфокоммуникаций / А. А. Батура, С. М. Боровиков, А. В. Будник // Современные средства связи : материалы XXVII Международной научно-технической конференции, Минск, 27–28 октября 2022 года / Белорусская государственная академия связи ; редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2022. – С. 86-88.

2 Батура, А. А. Учет временных отказов функциональных устройств электронной системы безопасности в инженерных расчетах ее эксплуатационной надежности / А. А. Батура, С. М. Боровиков, А. В. Будник // Технические средства защиты информации : тезисы докладов XXI Белорусско-российской научно-технической конференции, Минск, 6 июня 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Т. В. Борботько [и др.]. – Минск, 2023. – С. 16-17.

3 Количество грозовых дней и других явлений в крупных городах Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://terrazn.by/poleznoe/grozovie-dni-v-belarusi/>. – Дата доступа : 15.09.2023.

4 Грозы на различном удалении от пункта Минск (город). Климатическая справка за 2011-2014 годы по данным грозопеленгационной сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://meteocenter.asia/ts.php?latest&p=26850>. – Дата доступа: 15.09.2023.