

### *Литература*

1. Число пи ( $\pi$ ) – определение и его история – Узнай что такое [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://www.uznaychtotakoe.ru/chislo-pi/> – Дата доступа: 27.04.2023.
2. Анализ сходимости рядов для вычисления числа  $\pi$  с помощью СКММАТНСАД [Электронный ресурс]. — Режим доступа <https://s.econf.rae.ru/pdf/2018/06/7041.pdf> – Дата доступа: 28.04.2023.

УДК 519.254

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**

Дрень П. С. и Савин С. А.

Научный руководитель – Кленовская И .С., ст. преп.

Теория вероятностей – это одна из математических наук, изучающая закономерности случайных событий, случайных величин и случайных функций. Рассмотрим значение термина «случайный» применительно к событиям, величинам и функциям.

В энергетике, как и в других сферах жизни и деятельности человека, имеют место быть случайные события. Энергосистема объединяет огромное число устройств: генерирующих, передающих или преобразующих энергию. Работа нескольких устройств сильно отличаются от работы одного устройства и носит случайный характер. Например, устройство в случайном порядке может быть включенным так и не включенным, могут иметь разный режим работы и т. д. Все эти случайные события по генерации, передаче и потреблению энергии дают энергосистеме в общем и целом случайный характер. Случайными событиями также считаются любые повреждения или аварии отдельных элементов. Суммируя все выше сказанное, основные условия работы систем, такие как величины, отвечающие за спрос мощности в энергосистеме и мощности для компенсации спроса, определяются случайными событиями. Исходя из этого, зная вероятностные характеристики этих событий, можно определить значения спроса и генерации электроэнергии.

Существует два способа определения случайных событий: классический и статистический.

Классический – подсчет вероятности, применяется только в том, случае если событие образует пары так называемых несовместимых и равновероятных событий. В том случае если события образуют такую группу пар, то их называют случаями. Это означает, что минимум одно событие из этих пар произойдет обязательно. Также, из-за того, что все

события из этой группы пар имеют равную вероятность, одновременно два события возникнут не могут, но это допущение не всегда выходит доказать. Из-за этого в энергетике, приходится применять только статическое определение вероятности.

Статический метод основывается на статических материалах. Что такое статические материалы? Во время исследования того или иного явления мы прибегаем к наблюдениям или проводим опыты. Через определенное время мы можем наблюдать, что результаты колеблются вокруг одной величины, вот она и называется статической вероятностью данного случайного события. Опять же, чтобы получить достаточную точность исследования необходимо произвести как можно больше опытов и наблюдать достаточно большой промежуток времени. В противном случае, при отсутствии статических материалов или недостаточной продолжительности опыта, статическую вероятность выявить невозможно. Отсюда следуют неоднократно упомянутое утверждение: не имея достаточного количества данных применение на практике полученных выводов невозможно.

Виды случайных событий обозначаются заглавными буквами  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ; достоверное событие –  $U$ , а невозможные –  $V$ .

Рассмотрим символические связи случайных событий.

1)  $A \cap B$ . Событие  $B$  содержит  $A$  это означает если событие  $A$  происходит, то происходит и событие  $B$ ;

2)  $A = B$  событие  $A$  происходит, если происходит  $B$ , и наоборот. Эта связь объединяет в себе две связи  $A \cap B$  и  $B \cap A$ ;

3)  $AB$  события происходят одновременно;

4)  $A - B$  событие  $A$  происходит,  $B$  – нет;

5)  $A - X$ .  $X$  – событие противоположное  $A$ ;

6)  $A + B$ . происходит хотя бы одно событие или два одновременно.

Зачастую нам приходится изучать вероятности на основе сложных случайных событий, которые в свою очередь состоят из более простых. Определение сложной вероятности из более простых помогают произвести законы вероятности сложных событий. Их можно сформулировать так:

1) Возникновение хотя бы одного из двух случайных независимых, несовместимых событий  $A$  и  $B$  является суммой вероятностей данных событий.

$$P(A+B) = P(A) + P(B)$$

2) Для одного из двух независимых и совместимых случайных событий.

$$P(A+B) = P(A) + P(B);$$

3) Одновременное возникновение двух несовместимых событий.

$$P(AB) = 0;$$

4) Вероятность возникновения совместимых и независимых событий.

$$P(AB) = P(A)P(B);$$

5) Сумма вероятностей противоположных событий:

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1.$$

Рассмотрим применение данных законов в энергетике.

Аварийные повреждения оборудования – это случайные события. При большом числе устройств в электростанции неисправность одного элемента может привести к выходу из строя всей системы. Появляется задача по определению вероятности выхода из строя двух или более элементов системы. В некоторых случаях стоит определить вероятность отсутствия повреждений в энергосистеме. Эти задачи возникают при выборе наилучшего способа обеспечения надежности энергосистемы.

Во всех случаях неисправности оборудования воспринимаются как независимые, совместимые случайные события. Вероятность появления каждого из них можно определить на основе статической вероятности в результате продолжительных наблюдений. Рассмотрим пример.

Определить вероятность аварийного повреждения энергетического блока, представляющего собой последовательное соединение парового котла с турбиной и электрогенератором. Турбина получает пар от парового котла. Генератор расположен на одном валу с турбиной, т. е. использует всю ее мощность. Вероятности повреждения отдельных элементов блока известны: для котла  $q_k = 0,02$ ; турбины  $q_t = 0,01$ ;  $q_g$  для котла, турбины и генератора соответственно.

Очевидно, что аварийный выход из работы всего блока может иметь место при повреждении хотя бы одного из трех указанных элементов блока. Так как неповреждение является случайным событием, противоположным повреждению, то вероятности неповреждения элементов блока.

$$p_k = 1 - 0,02 = 0,98; p_t = 1 - 0,01 = 0,99; p_g = 1 - 0,001 = 0,999.$$

Найдем вероятность того, что все элементы блока не повреждены. Так как аварийность элементов можно считать независимыми друг от друга, то вероятность того, что все три элемента не повреждены, т. е. вероятность работы блока.

$$p_{бл} = p_k \cdot p_t \cdot p_g = 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,999 = 0,9692298.$$

Повреждение блока по любой причине является событием, противоположным по отношению к неповреждению блока, поэтому вероятность повреждения блока

$$q_{\text{бл}} = 1 - 0,9692298 = 0,0307702$$

Таким образом вероятность поломки блока составляет 0,0307702.

Из всего выше перечисленного можно сделать вывод, что элементы теории вероятности применяются во всех сферах жизни человека, а в частности в энергетике. Она помогает при проектировке и эксплуатации различных объектов системы. Теория вероятности является основой для дисциплины «теория надежности» которую изучают на энергетических кафедрах.

#### Литература

1. Студенческий портал Studfiles: [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/7798227/#2>. (Дата обращения: 14.04.2023).

УДК 519.177

### ПОСТРОЕНИЕ МАРШРУТОВ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ В ГРАФЕ ПО МАТРИЦЕ СМЕЖНОСТИ

Ханяк Е.Д.

Научный руководитель – Юринок В.И., к.т.н., доцент

Целью научной работы является анализ инфраструктуры городского транспорта и определение всех возможных путей выбранной длины, количество которых будет определяться при помощи возведения в степень матрицы смежности.

Пусть дан ориентированный невзвешенный граф  $G$  с  $n$  вершинами, и число ребер  $l$ . Требуется для каждой пары вершин  $i$  и  $j$  найти количество путей, состоящих ровно из  $l$  ребер и представить в виде маршрутов. При этом в пути могут повторяться вершины сколько угодно раз. Граф задан матрицей смежности  $M(G)$  и изображен на рис. 1.

$$M(G) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

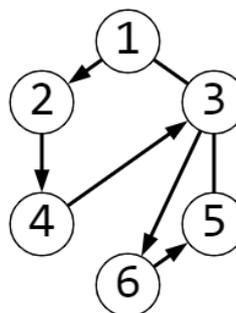


Рис. 1. Визуальное представление рассматриваемого графа