

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ РИСКА

Чрезвычайная ситуация – это неожиданное и критическое событие или обстоятельство, которое требует немедленного вмешательства или реагирования для предотвращения угрозы для жизни, здоровья, имущества или окружающей среды. Чрезвычайные ситуации могут быть вызваны различными причинами, такими как природные катастрофы (засухи, торнадо, цунами, извержения вулканов), техногенные аварии (взрывы, обрушения сооружений, крушения транспортных средств), террористические акты, массовые болезни и эпидемии (сыпной тиф, испанский грипп, COVID-19), военные конфликты и другие чрезвычайные обстоятельства.

В современном мире математика играет ключевую роль в различных областях жизни, включая чрезвычайные ситуации, такие как стихийные бедствия, кризисы, аварии и т. д. При помощи математических формул и моделей человечество научилось прогнозировать стихийные бедствия, рассчитывать ущерб от чрезвычайных происшествий, предотвращать экономический кризис, а если таковой уже произошел, то максимально эффективно выходить из него и справляться со всевозможными последствиями.

Использование математических методов помогает эффективно просчитать уровень риска, которому подвергается человек в той или иной чрезвычайной ситуации. Понимание уровня риска позволяет заранее определить потенциальные угрозы, принять меры для обеспечения безопасности и защиты себя, своих близких, имущества и окружающей среды.

Риск – возможность возникновения события, которое может повлиять на достижение поставленных целей. Суть риска заключается в том, что существует вероятность того, что что-то пойдет не так.

Риск можно выразить в виде формулы:

$$P = n / N,$$

где n – число реализованных случаев опасности, N – общее возможное число случаев проявления опасности (численность населения).

Используем формулу риска на практике и подсчитаем, сколько в год было летальных случаев после автомобильной аварии в Беларуси на период с 2020 по 2022 гг.

Таблица 1

Статистические данные об уровне населения и летальным случаям
после автомобильной аварии на период с 2020 по 2022 гг.

Год	Численность населения	Кол-во летальных случаев
2020	9 349,6 тыс. чел.	575 чел.
2021	9 255,5 тыс. чел.	524 чел.
2022	9 200,6 тыс. чел.	466 чел.

Учитывая данные, мы можем провести соответствующие расчеты для определения уровня риска смерти в автомобильной аварии в Беларуси.

2020 год:

$$N = 9349,6 \cdot 10^3; n = 575$$

$$P = 575 / 9349,6 \cdot 10^3 = 6,15 \cdot 10^{-5}$$

2021 год:

$$N = 9\,255,5 \cdot 10^3; n = 524$$

$$P = 524 / 9\,255,5 \cdot 10^3 = 5,661 \cdot 10^{-5}$$

2022 год:

$$N = 9\,200,6 \cdot 10^3; n = 466$$

$$P = 466 / 9\,200,6 \cdot 10^3 = 5,065 \cdot 10^{-5}$$

Таким образом, в автомобильных авариях в стране за 2020 г. погибло 6 чел. на 10 тыс. населения, в 2021 г. так же 6 чел. на 10 тыс. населения, в 2022 г. это число снизилось до 5 чел. на 10 тыс. населения.

В дополнение воспользуемся теорией игр для выявления максимально безопасного положения человека при разнообразных природных катаклизмах. В строке $\Pi_1 - \Pi_5$ перечислены природные катаклизмы, а в столбце $A_1 - A_4$ показывается место нахождения людей в момент катаклизма.

$\Pi_1 - \Pi_5$:

1. Ураган;
2. Наводнение;
3. Пожар;
4. Землетрясение;
5. Метель.

$A_1 - A_4$:

1. Торговый центр;
2. Частный дом;
3. Квартира (дом 9 этажей);
4. Метро.

Таблица 2

Платежная матрица

Место	Катаклизмы					Шанс выживания	
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_5	средн.	Min
A_1	8	6	7	4	8	6,7	4
A_2	5	2	5	7	7	5,3	2
A_3	7	8	3	3	7	5,1	3
A_4	9	0	4	5	9	5,8	0
q_j	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1	—	
Max	9	8	7	7	9		

Ищем максимальные значения в столбцах ($\Pi_1 - \Pi_5$), затем минимальное значение в строках ($A_1 - A_4$). Используя принцип минимакса, заключаем, что игра не имеет решения в чистых стратегиях: максимин = 4, минимакс = 7.

Для того чтобы найти среднее значение нам нужно вычислить:

$$\text{средн.} = q_{j1} * A_{n\Pi_{n1}} + q_{j2} * A_{n\Pi_{n2}} + q_{j3} * A_{n\Pi_{n3}} + q_{j4} * A_{n\Pi_{n4}} + q_{j5} * A_{n\Pi_{n5}}$$

$$\text{Пример: средн.} A_1 = 0,3 * 8 + 0,1 * 6 + 0,3 * 7 + 0,2 * 4 + 0,1 * 8 = 6,7$$

Соответственно примеру считаем среднее значение в строках ($A_1 - A_4$). Проанализировав данные в табл. 2, можно сделать вывод, что наибольшему шансу выжить соответствует A_1 .

Далее для решения задачи используем матрицу рисков. Построим матрицу рисков. Для того чтобы найти значение в ячейке $A_1 P_1$ (табл. 3) нужно отнять от максимального значения столбца (табл. 2) значение ячейки $A_1 P_1$ (табл. 2). Пример: $A_1 P_1$ (табл. 3) = $\text{Max } P_1 - A_1 P_1$ (табл. 2) = $9 - 8 = 1$.

Таблица 3

Матрица рисков

Место	Состояние природы					Риск	
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	средн.	Max
A_1	1	2	0	3	1	1,2	3
A_2	4	6	2	0	2	2,6	6
A_3	2	0	4	4	2	2,8	4
A_4	0	8	3	2	0	2,1	8
q_j	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1	—	

Проанализировав данные в табл. 3, можно сделать вывод, что самым безопасным местом будет A_1 .

Далее, для анализа рисков используем критерий Гурвица (табл. 4).

Таблица 4

Расчет по критерию Гурвица для матрицы рисков

Место	Состояние катаклизма					Риск		Критерий
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	Min	Max	
A_1	1	2	0	3	1	0	3	1,8
A_2	4	6	2	0	2	0	6	3,6
A_3	2	0	4	4	2	0	4	2,4
A_4	0	8	3	2	0	0	8	4,8
Величина параметра λ						0,6		

Критерий рассчитывается по формуле: критерий = $\min (\lambda * \max r_{ij} + (1 - \lambda) * \min r_{ij})$

Пример: критерий $A_1 = \min (0,6 * 3 + (1 - 0,6) * 0) = 1,8$

Соответственно примеру считаем критерии к каждой строке ($A_1 - A_4$). Проанализировав данные в табл. 4, можно сделать вывод, что самым безопасным местом будет A_1 . Таким образом, после использования теории игр для расчета уровня риска при разнообразных обстоятельствах, определили, что самым безопасным положением человека при приведенных выше катаклизмах будет торговый центр (A_1).

В заключении можно отметить, что использование математических методов для измерения уровня риска является необходимым и эффективным подходом в современном мире. Анализ уже произошедших чрезвычайных ситуаций и возможность прогнозирования катаклизмов так же играют немаловажную роль. Анализ риска с помощью формул и теории игр позволяет более точно определить вероятность возникновения потерь и принять обоснованные решения для минимизации рисков.

Список использованных источников

Матрицы рисков в теории игр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://projectimo.ru/upravlenie-riskami/matrica-riskov.html>. – Дата доступа: 10.04.2024.

Методы оценки риска в системе управления охраной труда / И. Г. Старовойтов, В. А. Бирюк, Ю. А. Булавка / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vestnik.ucp.by/arhiv/pdf/UCP/v2/n1/5.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2024.

Теория игр: игры с природой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/179811/>. – Дата доступа: 10.04.2024.

Теория игр 1.1 матричные игры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cito.mgsu.ru/COURSES/course753/media/337981978535638/pdf/teoria.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2024.