

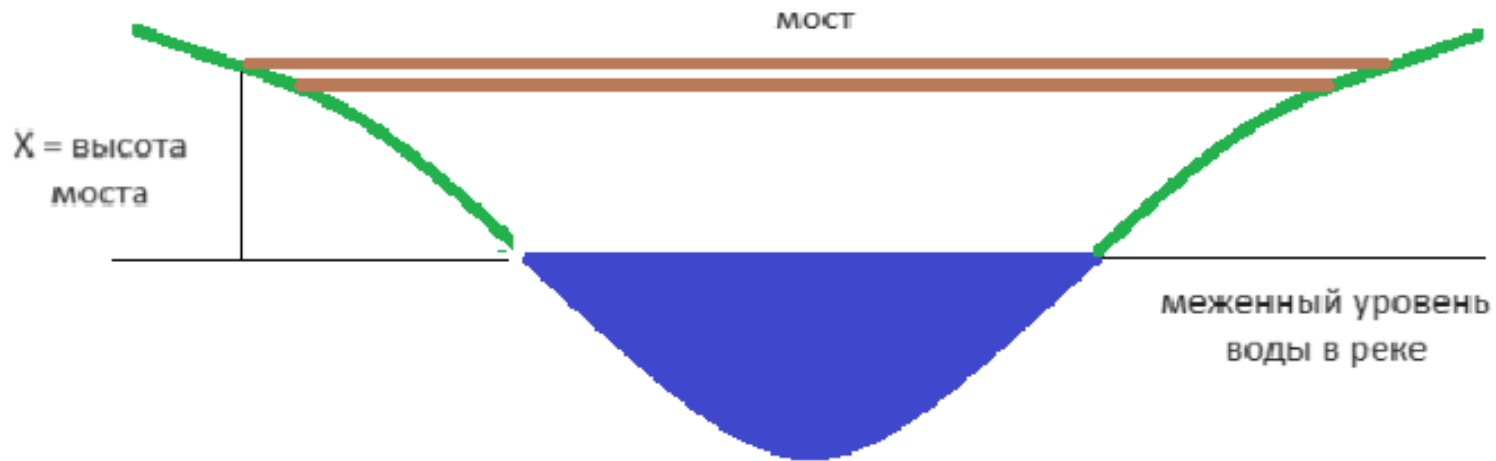
С.М. Семенов. **ВВОДНЫЙ ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ РИСКА**

Рассмотрим совокупность различных событий A_1, A_2, \dots, A_N , которые являются проявлениями возрастающей интенсивности некоторой гидрометеорологической угрозы или иного фактора. Например, паводковые наводнения, упорядоченные по возрастанию максимального уровня воды. Или волны жары, упорядоченные по значениям аномалии температуры. Обозначим вероятности возникновения этих событий в определенный отрезок времени (скажем, летний сезон) через P_1, P_2, \dots, P_N . Будем считать, что A_1, A_2, \dots, A_N – полная совокупность событий, т.е. сумма их вероятностей равна 1. Если обозначить через D_1, D_2, \dots, D_N значения ущерба в каких-либо единицах, возникающего при реализации соответствующих событий A_1, A_2, \dots, A_N , то значение риска R вычисляется следующим образом:

$$R = P_1 D_1 + P_2 D_2 + \dots + P_N D_N.$$

Значение каждого D_i вычисляется как алгебраическая сумма физического ущерба (знак «+») и физического выигрыша (знак «-»).

Рассмотрим иллюстративный пример применения концепции риска.



Если уровень воды в реке в паводок меньше высоты моста, то эксплуатация моста приносит положительный доход M млн руб. в год. Вероятность того, что уровень воды в реке в паводок будет больше чем высота моста X , равна $p = e^{-\lambda X}$, $\lambda > 0$.

В этом случае мост надо восстанавливать/ремонттировать. Это стоит ae^{bX} млн. руб., где a – «базовая стоимость» (стоимость восстановления/ремонта моста, построенного непосредственно на высоте меженного уровня реки), а $b > 0$ определяет экспоненциальный рост стоимости с высотой.

Восстановление/ремонт моста заканчивается в тот же год, когда он оказался под воздействием паводка. Доход от эксплуатации моста в этот год отсутствует.

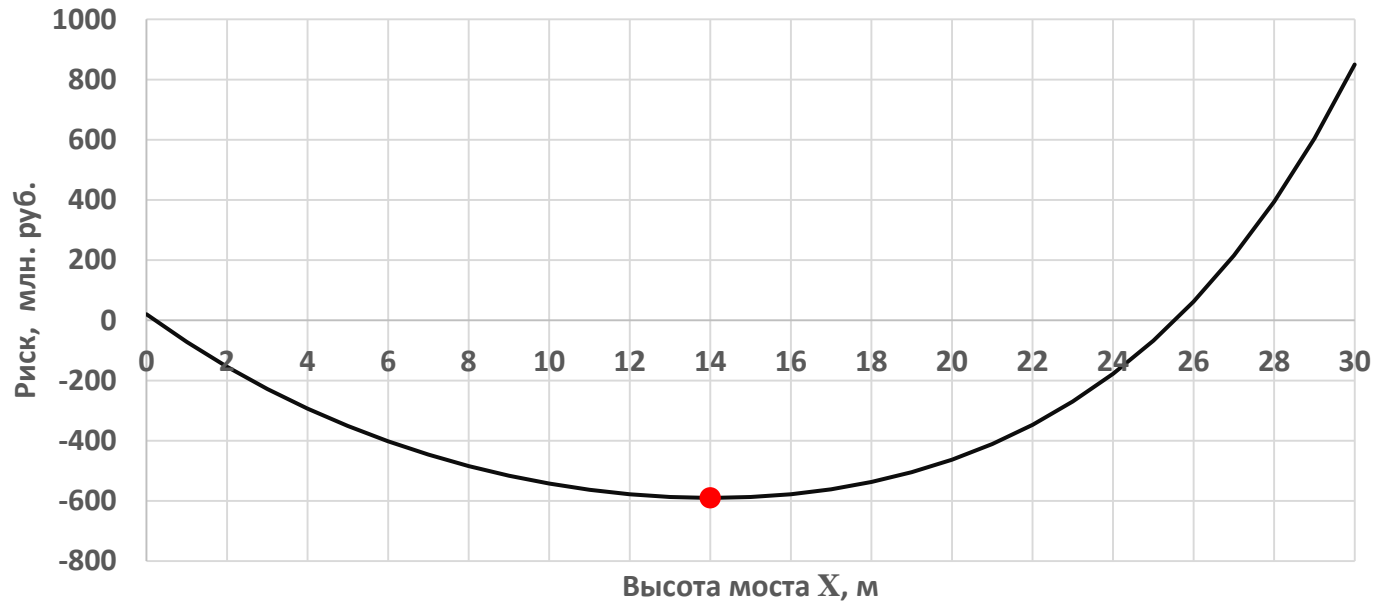
Какой высоты мост следует строить?

Рассчитаем риск $R(X)$, т.е. математическое ожидание ущерба для какого-то года (оно для любого года одинаковое по условию):

$$(-M) (1 - e^{-\lambda X}) + (ae^{bX}) (e^{-\lambda X}) = R(X).$$

Оптимальную высоту моста можно найти из условия минимальности риска $R = \min$. На рисунке представлен график функции риска для следующих значений параметров: $M = 1000$ млн. руб.; $a = 20$ млн. руб.; $\lambda = 0.1$ м⁻¹; $b = 0.25$ м⁻¹.

График функции риска, R



Оптимальная высота $X_{\text{опт}} = 14$ м.

Математическое ожидание годового дохода (т.е. ущерб со знаком «-») равно **600** млн. руб.