

ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ВЕРОЯТНОСТНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СООРУЖЕНИЙ

А.В. Варывдин – к.т.н., доцент

*ФГОУ ВПО «Московский государственный университет природообустройства»,
г. Москва, Россия*

В работе Иващенко И.Н. рассмотрена методика оценки надежности по минимизации затрат на строительство и содержание ГТС, возмещение возможного ущерба от наступления предельных состояний земляной плотины. /Иващенко И.Н. Инженерная оценка надежности грунтовых плотин. – М.: Энергоатомиздат, 1993. 144 с./

Нами предложено аналогичное решение к оценке надежности подпорных сооружений гидроузлов с учетом снижаемой вероятности наступления аварийной ситуации, умножаемой на размер прогнозируемого ущерба ($Y_{max} - K'_2$)

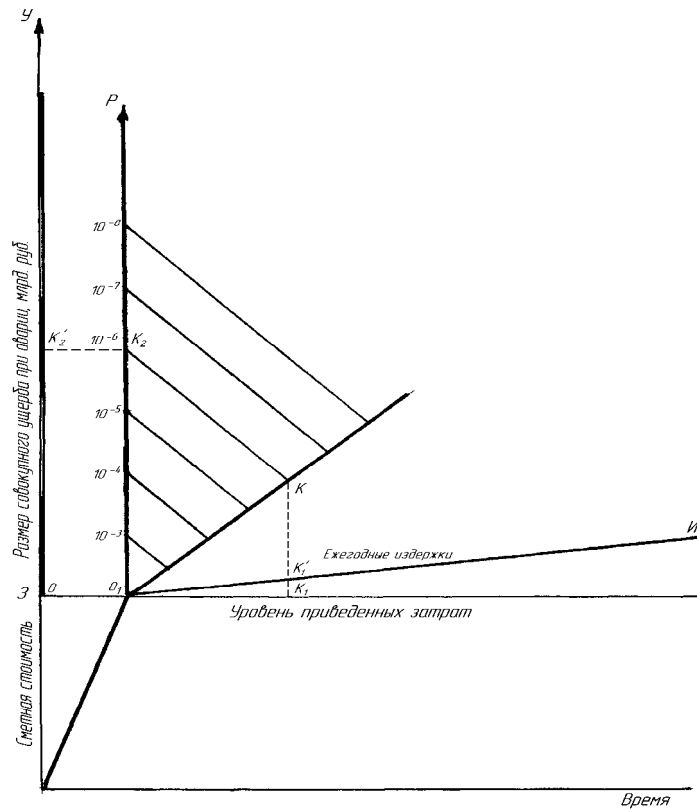
$$Z + I + P(Y_{max} - K'_2) \rightarrow \min,$$

где Z – приведенные затраты на строительство (за вычетом стоимости специальных мероприятий по повышению надежности сооружения); I – ежегодные издержки (текущий и капитальный ремонт, зарплата персонала); P – вероятность аварии в результате наступления предельного состояния; Y_{max} – максимальная величина ущерба в результате аварии, подсчитываемая по методике оценки ущерба в чрезвычайных ситуациях.

Шкала вероятностей отказов P начинается от 10^{-2} . Для сложных систем без проведения специальных мероприятий по повышению надежности это достаточный показатель. В данном случае речь идет лишь о порядке величин.

Если условно выделить все расходы на повышение надежности и представить их приращение за период 0_1K_1 прямой 0_1K , то можно спроецировать эту прямую на ось вероятностей отказов $P - 0_1K'_2$, соотнеся приведенные расходы с повышением надежности (снижением вероятности отказа). Это «соотнесение», то есть угол проецирования точки K на ось P , можно получить в результате анализа расходов на повышение надежности и отклика на эти расходы в виде приращения надежности и соответствующего этому снижению размера ущерба.

Затраты на повышение надежности окупаются повышением P на несколько порядков, то есть вероятность отказов снижается, а надежность соответственно возрастает. При этом сохраняется вероятность возникновения наиболее катастрофических разрушений. Поэтому ущерб от аварии хотя и вырастет (в десятков раз), но в произведении с P , снизившимся на несколько порядков, оценка ожидаемого ущерба становится меньшей.



С помощью графика (рисунок) можно моделировать вероятность наступления предельного состояния по различным признакам и связанного с ним разрушения или повреждения наблюдаемого объекта. Моделируется величина затрат KK_1 на повышение надежности сооружения. Эти затраты могут быть значительными, но они обладают высоким коэффициентом окупаемости: предотвращенный ущерб в денежном выражении существенно выше понесенных расходов. Одновременно происходит снижение вероятности наступления предельного состояния гидротехнического сооружения.

При проведении мероприятий по повышению надежности, к примеру, подсыпка гребня плотины для приема паводка обеспеченности на порядок выше расчетного влечет за собой соответствующее снижение вероятности отказа P . Сумма затрат на повышение надежности многократно ниже размера предотвращенного ущерба.

В процессе эксплуатации растут суммарные издержки на содержание ГТС (линия I). Работа над повышением надежности снижает интенсивность прироста издержек, что, в свою очередь, ведет к возрастанию интенсивности снижения вероятности отказа.