

Таслимов Абдурахим Дехканович
д.т.н., проф., ТГТУ, Ташкент
Taslimov Abdurakhim Dekhkanovich, TSTU

Самиев Шохрух Салим угли
Ассистент ТГТУ, Ташкент
Samiev Shohrukh Salim ugli, TSTU

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
ДИСКОНТИРОВАННЫХ ЗАТРАТ К ИЗМЕНЕНИЮ ИСХОДНЫХ
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
COMPREHENSIVE SENSITIVITY ANALYSIS OF DISCOUNTED COSTS
TO CHANGES IN INITIAL TECHNO-ECONOMIC PARAMETERS**

Аннотация: В современных условиях проектирования и оптимизации энергетических объектов одним из ключевых этапов технико-экономической оценки является анализ дисконтированных затрат. Однако на практике исходные технико-экономические данные, используемые в расчётах, нередко содержат значительные погрешности, вызванные как ограниченной точностью измерений, так и неопределённостью прогнозируемых параметров. В связи с этим проведение комплексного анализа чувствительности дисконтированных затрат к изменению исходных показателей становится важным инструментом повышения достоверности экономических расчётов.

В данной работе рассматривается методика проведения чувствительного анализа с целью определения степени влияния варьирующихся параметров на итоговые значения дисконтированных затрат. В качестве переменных факторов исследованы: величина капитальных вложений, стоимость электроэнергии, продолжительность периода максимальных нагрузок, норма дисконтирования и экономическая плотность тока. Исследования выполнены с использованием серии расчетов на ЭВМ, реализованных на модели сельской распределительной сети. Полученные результаты показали, что наибольшее влияние на дисконтированные затраты оказывают экономическая плотность тока и капитальные вложения, в то время как влияние стоимости электроэнергии и времени наибольших нагрузок оказалось менее значительным. Совокупная погрешность итогового результата оценивалась с использованием методики квадратичного суммирования отклонений.

Проведённый анализ позволяет обоснованно определить необходимую точность задания исходных данных, обеспечивающую допустимую ошибку расчёта дисконтированных затрат. Разработанная методика может быть использована на этапе технико-экономического обоснования инвестиционных решений в области электроснабжения, а также при сравнительной оценке альтернативных проектных решений.

Abstract: In modern conditions of energy systems design and optimization, one of the key stages of techno-economic evaluation is the analysis of discounted costs. However, in practice, the initial techno-economic data used in calculations often contain significant inaccuracies, caused by both measurement limitations and uncertainty in forecasted parameters. Therefore, conducting a comprehensive sensitivity analysis of discounted costs to changes in input parameters becomes a critical tool for enhancing the reliability of economic assessments.

This paper presents a methodology for sensitivity analysis aimed at identifying the degree of influence that variable parameters have on the final values of discounted costs. The investigated variables include capital investments, electricity cost, duration of maximum load periods, discount rate, and economic current density. The study is based on a series of computer simulations applied to a model of a rural distribution network. The results demonstrate that the most significant impact on discounted costs is exerted by the economic current density and capital investments, while the influence of electricity cost and maximum load time is less pronounced. The total error in the final



calculation is estimated using the root-sum-square method of deviations. The analysis provides a reasoned basis for determining the required accuracy of initial data to ensure that the error in the calculation of discounted costs remains within acceptable limits. The proposed methodology can be effectively used at the feasibility study stage of investment projects in power supply systems, as well as in comparative assessments of alternative design solutions

Ключевые слова: Дисконтированные затраты, чувствительность, технико-экономические показатели, капитальные вложения, экономическая плотность тока, норма дисконтирования, инвестиционный анализ, точность исходных данных, сельская электрическая сеть, оптимизация.

Keywords: Discounted costs, sensitivity, techno-economic indicators, capital investments, economic current density, discount rate, investment analysis, input data accuracy, rural electric network, optimization.

Введение

В условиях стремительного развития энергетического сектора и возрастающей потребности в надежных, экономически обоснованных инфраструктурных решениях особую актуальность приобретает необходимость точного прогнозирования и оценки затрат, связанных с реализацией инвестиционных проектов. Одним из ключевых инструментов в технико-экономическом обосновании проектов в области электроэнергетики является анализ дисконтированных затрат, который позволяет учитывать временную стоимость денег и обеспечивает более реалистичную оценку капиталоемких решений. Тем не менее, при проведении технико-экономических расчетов часто используются исходные данные, содержащие различные уровни неопределенности и погрешностей. Это может быть связано как с отсутствием достоверной информации на ранних этапах проектирования, так и с необходимостью прогнозирования будущих показателей, таких как стоимость электроэнергии, режимы нагрузки, экономические параметры и нормы дисконтирования. Особенно остро данная проблема встает при разработке новых технологических решений и проектировании сельских или распределительных электрических сетей, где влияние начальных условий на итоговые экономические показатели может быть критическим.

В этой связи актуальной задачей становится проведение комплексного анализа чувствительности дисконтированных затрат к изменению исходных технико-экономических параметров. Такой анализ позволяет определить, какие из начальных данных оказывают наибольшее влияние на результат расчетов, и, следовательно, требуют более высокой степени точности при их задании. Кроме того, он даёт возможность оценить допустимые границы отклонений параметров, при которых сохраняется надежность и корректность оценки экономической эффективности проекта.

Настоящее исследование направлено на разработку и применение методики количественной оценки чувствительности дисконтированных затрат к изменению ключевых исходных параметров, таких как капитальные вложения, норма дисконтирования, экономическая плотность тока, стоимость электроэнергии и продолжительность периода наибольших нагрузок. Расчеты выполнены на основе модели сельской электрической сети с использованием программных средств и современных алгоритмов анализа.

Полученные результаты имеют практическое значение при планировании и обосновании инвестиционных решений в электроэнергетике, особенно в условиях ограниченного бюджета, неопределенности рыночных условий и необходимости оптимизации затрат. Кроме того, представленная методология может быть использована для повышения точности экономических прогнозов и снижения рисков при реализации масштабных инфраструктурных проектов.

При технико-экономическом анализе часто используют неточные исходные данные или предположительные данные. Особенно часто такая ситуация возникает при разработке нового оборудования. Поэтому необходимо исследовать влияние погрешности исходных данных на значения параметров дисконтированных затрат. Решение этой задачи позволяет экономически обосновать степень точности, с которой должны быть заданы исходные данные.



В качестве аргументов функции затрат исследовались капитальные вложения, стоимость электроэнергии, время наибольших нагрузок, норма дисконта и значение экономической плотности тока. Исследования производились путем выполнения серии расчетов на ЭВМ для предложенной модели сельской сети.

Результаты расчетов представлены в таблица 1. и на рис. 1.

Таблица 1

Исследование чувствительности изменения дисконтированных затрат к изменению стоимости капитальных вложений

Капитальные вложения, %	Дисконтированные затраты, млн.сум	Погрешность, Зк, %
90	97144,93	9,25
95	102079,24	4,61
100	107013,56	0
105	111947,87	4,62
110	116882,18	9,22
115	121816,49	13,83

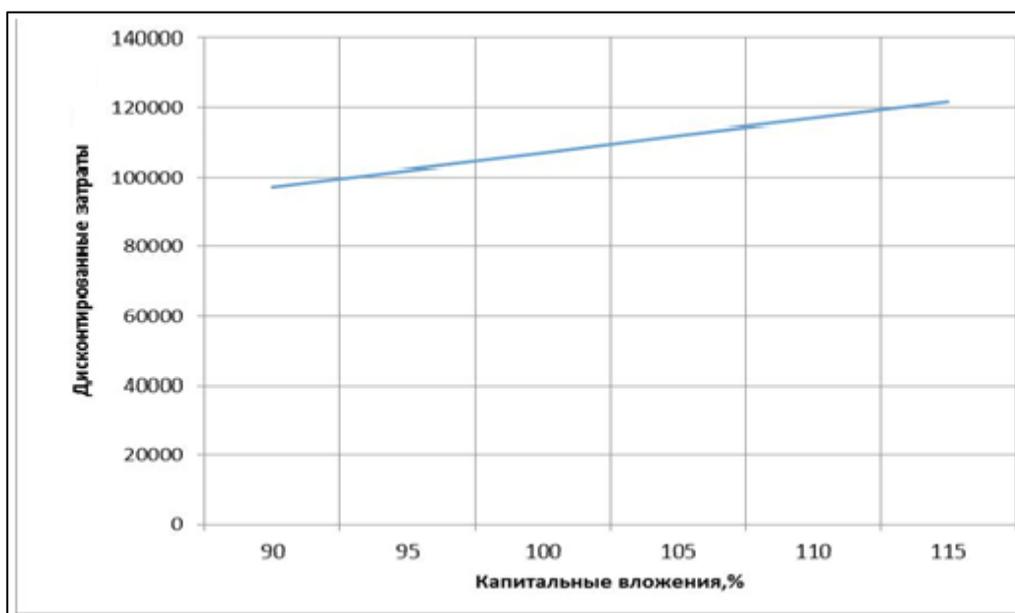


Рис.1. Исследование чувствительности изменения дисконтированных затрат к изменению капитальных вложений

Произведенные исследования показали, что изменение стоимости электрической энергии на 1% приводит к изменению дисконтированных затрат на 0,077%.

Таблица 2

Исследование чувствительности изменения дисконтированных затрат к изменению нормы дисконта

Отклонение от принятого значения, %	Норма дисконта, E	Дисконтированные затраты, млн.сум	Погрешность, Зе, %
16,67	0,1	114468,00	6,97
8,3	0,11	110654,29	3,40
0	0,12	107013,56	0
7,14	0,13	103536,21	3,24
16,67	0,14	100213,32	6,35
25	0,15	97036,50	9,32



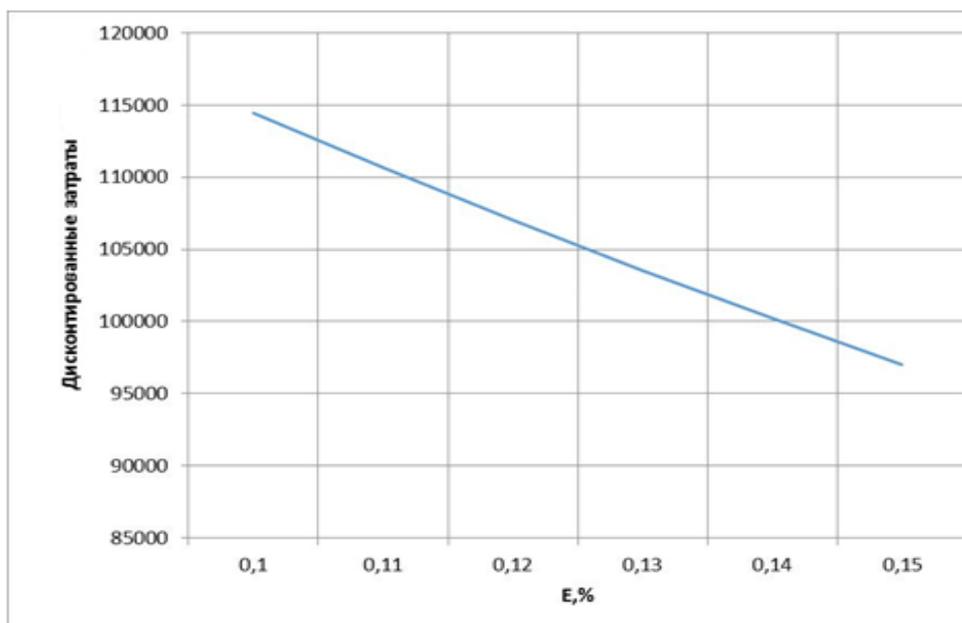


Рис.2. Исследование чувствительности изменения дисконтированных затрат к изменению нормы дисконта

Произведенные исследования показали, что изменение значения нормы дисконта на 1% приводит к изменению дисконтированных затрат на 0,41%. Поэтому, данное обстоятельство приводит к увеличению сечений проводников и белей, а, следовательно, влияет на значение дисконтированных затрат. В таблице 3. произведены исследования чувствительности изменению дисконтированных затрат к изменению значений экономической плотности тока. В качестве примера рассматривалась воздушная линия для передачи мощности 500 кВА на напряжении 10 кВ.

Таблица 3

Исследование чувствительности изменения дисконтированных затрат к изменению значения экономической плотности тока

j _{экон} , А/мм ²		Марка и сечение провода	Дисконтированные затраты, млн.сум	Погрешность, З _{жк} , %
ПУЭ	1,3	АС-25	578,279	
расчет	0,746	АС-35	653,980	

Исследования показали, что изменение значения экономической плотности тока на 1% приводит к изменению дисконтированных затрат на 0,15%.

Исследования влияния неточного задания исходной информации на результат расчета дисконтированных затрат показывают, что наибольшее влияние на значение дисконтированных затрат оказывают значения экономической плотности тока, капитальных вложений и нормы дисконта.

Полная погрешность приближенно определяется по формуле [36]:

$$\delta Z_{\Sigma} = \sqrt{\Delta Z_K^2 + \Delta Z_{Тнб}^2 + \Delta Z_{C0}^2 + \Delta Z_E^2 + \Delta Z_{жк}^2} \quad (1)$$

Заключение: В результате проведенного комплексного анализа чувствительности дисконтированных затрат к изменению исходных технико-экономических показателей установлены количественные зависимости между варьируемыми параметрами и итоговыми значениями затрат. Полученные данные подтвердили, что наибольшее влияние на величину дисконтированных затрат оказывают капитальные вложения, норма дисконтирования и экономическая плотность тока. В частности, изменение капитальных вложений на 1% приводит к изменению дисконтированных затрат на 0,92%, норма дисконтирования – на 0,41%, а экономическая плотность тока – на 0,15%. Меньшую степень влияния



продемонстрировали параметры, связанные со стоимостью электроэнергии и продолжительностью периода наибольших нагрузок. Это позволяет сосредоточить внимание на контроле именно тех параметров, которые формируют основную часть неопределённости при расчётах.

Разработанная методика оценки совокупной погрешности, основанная на квадратичном суммировании частных отклонений, позволяет рационально определить допустимые уровни точности для каждого исходного параметра с целью обеспечения общей ошибки расчёта не более 5%. В частности, для достижения данной цели рекомендуется задавать капитальные вложения с точностью не менее – 4%, время наибольших нагрузок – 6%, стоимость электроэнергии -10%, норму дисконтирования – 8%, экономическую плотность тока – 5%. Таким образом, предложенный подход обеспечивает практическую применимость в процессе технико-экономического обоснования инвестиционных проектов, способствует повышению достоверности прогнозов и позволяет эффективно управлять рисками, связанными с неопределённостью входных данных в расчётах дисконтированных затрат.

Список литературы:

1. Таслимов А.Д. Развитие теории и методов выбора параметров городских распределительных электрических сетей в условиях неопределенности: Монография. Т.: ТашГТУ, 2020. 216 с.
2. Ефентьев С.Н. Развитие методики технико-экономического анализа при выборе основных параметров электрических сетей с учетом неопределенности исходной информации: дис...канд. технических наук. М..2004. – 205 с.
3. Ананичева С.С., Котова Е.Н. Проектирование электрических сетей: учеб. пособие / Екатеринбург: Изд-во «Урал», 2017. 164 с.
4. С.Жулев А.Н., Боков Г.С. Распределительный сетевой комплекс «Новости электротехники» №4 (76), 2012.
5. Зуев Э.Н. Определение экономической плотности тока на базе критерия минимума дисконтированных затрат// Вестник МЭИ.-2010.- №3.
6. Anderson, P., & Young, R. (2022). Virtual Laboratories: A Future in Engineering Education. *Journal of Virtual Worlds Research*, 15 (1), 22-37.
7. Маслов А.Н., Свистунов А.С. Проблемы и особенности построения распределительных сетей крупных городов и мегаполисов. *Энергетик*, 2001, №7, 152 с.
8. Катренко Г.Н. Новые подходы к построению распределительных электрических сетей 0,4-35 кВ. *Журнал «Электрические сети и системы»*, 2013. № 5. С. 25-29.
9. Идельчик В.И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем.- М: Энергоатомиздат, 1988.
10. Свеженцева О.В. Методы и алгоритмы обоснования рациональной кон-фигурации систем электроснабжения: дис...канд. технических наук. – Иркутск. 2012. – 167 с

