

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГОРЫНКА

Черемисин Н. М.¹, Черкашина В. В.²

¹Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко,

²Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

Представлены модели и методы технико-экономического анализа воздушных линий электропередачи с учетом стоимости территории под трассу линий в условиях энергорынка.

Постановка проблемы. Взаимосвязь экономического анализа с решением технических вопросов - актуальное направление в условиях энергорынка. Одним из путей решения технических вопросов является усовершенствование структуры объектов электрических сетей (ЭС) к которым относятся и воздушных линий (ВЛ) электропередачи. К основным экономическим вопросам следует отнести проблему снижения дисконтированных затрат в ВЛ.

Изменение форм хозяйствования привели к изменению отображения оценки эффективности транспорта и распределения электрической энергии, а рыночные отношения предполагают новые подходы при анализе дисконтированных затрат в ВЛ, что и обосновывает необходимость приведения к условиям энергорынка моделей и методов технико-экономического анализа ВЛ.

Анализ последних исследований и публикаций. Актуальность и сложность проблемы обусловлена тем, что существующий ранее подход [1] не учитывал некоторых факторов, которые влияют на дисконтированные затраты в электросетевые объекты.

Так, капитальные затраты на проектирование и строительство 1 км ВЛ имели удельные нормативы, которые состояли из: расходов на подготовку территории под объект, монтажа оборудования, затрат на строительство временных зданий и сооружений и на другие работы; стоимость проектно-исследовательских работ и резерва на непредвиденные расходы. Переход к рыночным отношениям обусловил наличие частной собственности, где территория под электросетевой объект, в частности под трассу ВЛ, является товаром и должна учитываться в формировании стоимости данного объекта.

Таким образом, появилась необходимость пересмотра инвестиционных вложений ВЛ для приведения их в соответствие с условиями рынка.

При решении такого рода задач целесообразно руководствоваться системой иерархически построенных и взаимосвязанных технико-экономических моделей разных функциональных уровней при этом оценка приоритетного направления осложняется неполнотой исходной информации и многокритериальностью.

Задачи технико-экономического анализа имеют три составляющих:

- выбор критериев оптимальности;
- составление математической модели;
- отыскания метода реализации математической модели [2].

В зависимости от условий задачи может быть выбран критерий оптимальности. Если ставиться задача отыскания оптимальных технико-экономических связей, то одним из главных критериев энергорынка является минимум дисконтированных затрат. При построении расчетной модели практически не возможно учесть все ее внутренние, зачастую стохастические связи, но так как информация о таких связях порой не полная и чаще всего неопределенная, то формализация задачи оптимальности требует учета дополнительных критериев. В данной статье для решения подобной рода задач использован критериальный метод анализа технико-экономических моделей [2].

Цель статьи. Предлагается технико-экономический анализ моделей ВЛ с учетом стоимости территории под трассу ВЛ. Для реализации этой задачи в статье рассматривается технико-экономический подход получения расчетных моделей ВЛ, которые учитывают все составляющие затрат и соответствуют условиям энергорынка.

Основные материалы исследования. В практике построения и реализации технико-экономических моделей не существует общепринятой концепции. В каждом конкретном случае построение расчетной модели и метод ее решения тесно взаимосвязаны. Кроме того, при решении общей проблемы оптимальности необходимо учитывать характер исходной информации, достоверность которой бывает низкой, что и приводит к неопределенности исходной информации. [3]

Исходя из выше изложенного, расчетную модель дисконтированных затрат в ВЛ можно представить как

$$Z = (E+p)(a+\epsilon F) + 3I^2(\rho/F)\tau\beta \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где E - реальная процентная ставка определяется как

$$E = [(E_{\text{ном}} + 100)/(i + 100) - 1] \cdot 100,$$

где $E_{\text{ном}}$ - номинальная процентная ставка;
 i - темп инфляции;
 p - коэффициент отчислений на амортизацию, ремонт и обслуживание линии $p = p_a + p_{\text{рем и обл}}$;
 a - постоянная составляющая стоимости, которая не зависит от сечения провода, д.е / км;
 ϵ - коэффициент удорожания, который учитывает изменение стоимости сооружения 1 км линии в зависимости от сечения провода д.е / (км мм²);
 F - сечение провода, мм²;

I - максимальный ток линии при нормальном режиме, А;

ρ - удельное сопротивление проводникового материала, Ом мм²/км;

τ - время максимальных потерь, ч, определяется как

$$\tau = (0,124 + T_{\max}/10^4)^2 8760,$$

где T_{\max} - максимальное время использования;

β - удельная стоимость потерь электроэнергии, д. е / (кВт ч).

В условиях рынка инвестиционные вложения в 1 км ВЛ включают вычеты платы за кредит и амортизационные отчисления. Эта зависимость с учетом инфляции в условиях стабильной рыночной экономики для разных классов напряжения составляет:

$$Z = \left(\frac{E_{\text{ном}} + 100}{\alpha + 100} - 1 \right) \left(1 + \left[\left(\frac{E_{\text{ном}} + 100}{\alpha + 100} \right)^{T_{\text{сл}}} - 1 \right] \right) K_i \quad (2)$$

где Z - капитальная составляющая затрат на 1 км линий, д.е.;

$E_{\text{ном}}$ - номинальная процентная банковская ставка, %;

α - темп инфляции;

$T_{\text{сл}}$ - нормативный срок службы оборудования, год;

K_i - стоимость воздушной линии i -го класса напряжения, д.е/1 км.

Стоимость ВЛ разного класса напряжения зависит от конструктивного исполнения объекта и состоит из базисных показателей стоимости ПЛ (без НДС), которые учитывают все расходы производственного назначения и соответствуют средним условиям строительства и нормативному давлению до 600 Па. Для получения общей стоимости ВЛ до базисных показателей прилагается также затраты на строительство временных зданий и сооружений; стоимость проектно-исследовательских работ и авторского надзора; расходы на другие работы [4].

Поскольку переход к рыночным отношениям обусловил наличие частной собственности, то одним из существенных факторов, который влияет на общую стоимость ВЛ являются расходы на отчуждение земельного участка под электросетевые объекты.

В таблице 1 приведены средние значения составляющих стоимости в общей стоимости 1 км ВЛ разных классов напряжения.

Стоимость отвода земельного участка для ВЛ принимается с учетом класса напряжения ВЛ, конструктивного исполнения объекта, расчетных значений площади отвода под опоры ВЛ, размеров трассы ВЛ и оценочной стоимости земли [5]. Площадь отвода земельного участка для ВЛ различного класса напряжения и различного конструктивного исполнения рассчитывается согласно ДБН В.2.5-16-99 и учитывает особенности местности по которой проходит трасса ПЛ [1,6].

Таблица 1 – Удельная часть расходов в общей стоимости 1 км ВЛ, отн. ед.

Назначение расходов	Напряжение, кВ		
	110	330	750
Базисный показатель стоимости	78	81	82
Затраты на строительство временных зданий и сооружений	2,5	2,5	3,0
Стоимость проектно-исследовательских работ и авторского надзора	7,5	7,5	8,0
Прочие работы и затраты	3,0	3,0	3,0
Затраты на отвод земельного участка	9	6	4

Для определения затрат на отвод земельного участка для 1 км ВЛ разных классов напряжения и различного конструктивного исполнения были приняты средние условия строительства, то есть не учитывались осложнения обстоятельств (лесные массивы, горная местность).

В таблице 2 представлены значения затрат на отвод земельного участка как части от общей стоимости 1 км ВЛ разных классов напряжения и различного конструктивного исполнения.

Таблица 2 – Удельная часть расходов на отвод земельного участка от общей стоимости 1 км ВЛ разных классов напряжения и различного конструктивного исполнения, отн. ед.

Назначение расходов	Напряжение, кВ					
	110		330		750	
	Стальная опора	Железобетонная опора	Стальная опора	Железобетонная опора	Стальная опора	Железобетонная опора
Затраты на отвод земельного участка для 1-цепной ВЛ	9	11	6	7	4	-
Затраты на отвод земельного участка для 2-цепной ВЛ	8	6	4	-	-	-

При проведении расчетов инвестиционных вложений в 1 км ВЛ разных классов напряжения и различного конструктивного исполнения в условиях рыночных отношений были взяты во внимание варианты исполнения ВЛ сечения проводов которых соответствуют ПУЭ. Полная стоимость 1 км ВЛ выполняется с учетом коэффициента инфляции и учитывает также резерв на непредвиденные расходы [7, 3]. Инвестиционные вложения в 1 км ВЛ разных классов напряжения и различного конструктивного исполнения с учетом всех составляющих, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Инвестиционные вложения в 1 км. ВЛ электропередачи, тыс.дол./км

U, кВ	Сечение провода, мм ²	Кол-во цепей	Базисная стоимость		Стоимость без учета отвода земельного участка		Стоимость с учетом отвода земельного участка		Стоимость с учетом инфляции		Полная стоимость	
			стальная	ж/б	стальная	ж/б	стальная	ж/б	стальная	ж/б	стальная	ж/б
110	120	1	47.72	38.64	53.93	43.66	58.74	48.47	67.55	55.75	70.93	58.54
		2	72.27	52.27	81.66	59.10	87.47	63.10	99.44	72.57	104.41	76.20
	240	1	53.18	43.18	60.10	48.79	64.91	53.60	74.65	61.64	78.38	64.72
		2	81.59	75.0	92.20	84.74	97.0	89.55	111.57	102.98	117.15	108.13
330	2x300	1	90.68	85.45	102.47	96.60	108.87	103.0	125.20	118.45	131.46	124.37
		2	141.59	-	159.99	-	167.09	-	192.20	-	201.81	-
	2x400	1	101.82	91.36	115.06	103.2	121.46	109.64	139.68	126.07	146.66	132.37
		2	166.36	-	187.99	-	194.39	-	223.55	-	234.73	-
750	5x300	1	257.27	-	294.57	-	304.17	-	349.80	-	367.29	-
	5x400	1	278.18	-	318.52	-	328.12	-	377.34	-	396.21	-

Как видно из таблицы 3, инвестиционные вложения в 1 км. ВЛ зависят от ряда факторов, которые в той или иной степени влияют на стоимость электро сетевого объекта. Весомую долю этого влияния (табл. 3) составляет как конструктивное исполнение, так и стоимость отвода земельного участка под ВЛ.

Исходя из выше изложенного, инвестиционные вложения в 1 км. ВЛ электропередачи, которые входят в расчетную модель дисконтированных затрат (1), описываются линейным двучленом вида

$$K = a + \alpha F, \quad (3)$$

где K – инвестиционные вложения в 1 км. ВЛ;

α – постоянная составляющая стоимости, зависящая от типа опор, конструкции линии, класса напряжения;

α – коэффициент удорожания, учитывающий изменение стоимости 1 км линии в зависимости от сечения провода, нормируемого в зависимости от класса напряжения, д.е/(км·мм²);

F – сечение провода, мм². [8].

На определенном этапе математического программирования это было оправдано. Но аппроксимация капитальных затрат линейным двучленом предполагает наличие постоянной составляющей в расчетной модели ВЛ электропередачи. В зависимости от поставленной задачи доля участия постоянной составляющей функции цели может быть различной. В некоторых задачах она составляет всего несколько процентов от общего значения функции, принятой за 100%, а большая часть приходится на переменную часть. В целом ряде других задач она составляет большую часть функции цели, тогда оптимизация только переменной составляющей не оправдывает себя.

Таким образом, для корректной постановки задачи и проведения ее технико-экономического анализа, целесообразно заменить существующие расчетные модели ВЛ электропередачи моделями, которые не содержат постоянной составляющей в явном виде.

Один из путей перехода от существующих расчетных моделей к новым расчетным моделям возможен при замене части модели аппроксимированным выражением с достаточной степенью точности, при-

чем в эту часть модели должна войти постоянная составляющая. Аппроксимация, как отдельных составляющих, так и целых выражений, входящих в функцию, производится только на множестве $D = (x_i: x_j, x_{min} \leq x_j \leq x_{max})$, которое является областью определения исходной функции. Совокупность действительных точек в заданном множестве можно заменить совокупностью точек, лежащих на прямой, что не устраивает по соображениям появления постоянной составляющей, или совокупностью точек, лежащих на кривой, имеющей постоянную составляющую в неявном виде на данном множестве [8].

Следовательно, для построения новой расчетной модели ВЛ электропередачи инвестиционные вложения в 1 км ВЛ целесообразно заменить нелинейными аппроксимирующим выражением

$$K_i = \alpha_i F^{v_i}, \quad (4)$$

где K_i – инвестиционные вложения в 1 км. ВЛ;

α_i – коэффициент аппроксимации, зависящий от типа опор, конструкции линии, класса напряжения;

F – сечение провода, переменная величина, мм²;

v_i – показатель степени аппроксимированного выражения, полученный с определенной степенью точности методом наименьших квадратов.

Если стоимость электропередачи для разных классов напряжения представить аппроксимируемым выражением (4), тогда составляющая дисконтированных затрат на 1 км. линий, д.е., будет иметь вид

$$z = \left(\frac{E_{ном} + 100}{\alpha + 100} - 1 \right) \left(1 + \left[\left(\frac{E_{ном} + 100}{\alpha + 100} \right)^{T_{ci}} - 1 \right]^{-1} \right) \alpha_i F^{v_i}. \quad (5)$$

Полученная расчетная модель ВЛ электропередачи (5) носит приблизительный характер, зависящий от заданной степени точности модели, совокупности действительных точек, предопределяющих затраты в линию электропередачи.

Ниже приведена таблица 4 значений достоверности аппроксимаций функции для разных классов напряжений.

Таблица 4 – Значения достоверности аппроксимаций дисконтированных затрат в ВЛ электропередачи разных классов напряжений

Вид аппроксимации	Величина достоверности аппроксимации, отн.ед.		
	110 кВ	330 кВ	750 кВ
$\alpha_i F^{\tilde{v}}$	0,12	0,5	1,0

Для определения коэффициентов α'_i и v_i в выражении (4) были использованы стоимостные показатели ВЛ электропередачи для классов напряжений 110 – 750 кВ включительно. Для каждого класса напряжения, конструкции линии и типа опор были получены значения коэффициентов α'_i и v_i , которые представлены в таблицах 5-6.

Таблица 5 – Значения коэффициентов аппроксимации и дисконтированные затраты на 1 км ВЛ 110 – 750 кВ, выполненных на стальных опорах, тыс.дол./км

U,кВ	Сечение провода, мм ²	Кол-во цепей	Полная стоимость на стальных опорах		$K_i = aF^{v_i}$	Коэффициенты	
						a	v
110	120	1	70.93	71	70.88	35.59	0.144
	240	1	78.38	78	78.57		
110	120	2	104.41	104	104.58	47.18	0.166
	240	2	117.15	117	116.98		
330	2x300	1	131.46	131	131.63	15.04	0.38
	2x400	1	146.66	147	146.49		
330	2x300	2	201.81	202	201.54	10.11	0.525
	2x400	2	234.73	234	234.86		
750	5x300	1	367.29	367	366.87	81.94	0.263
	5x400	1	396.21	396	396.23		

Таблица 6 – Значения коэффициентов аппроксимации и дисконтированные затраты на 1 км ВЛ 110 – 750 кВ, выполненных на железобетонных опорах, тыс.дол./км

U,кВ	Сечение провода, мм ²	Кол-во цепей	Полная стоимость на ж/б опорах		$K_i = aF^{v_i}$	Коэффициенты	
						a	v
110	120	1	58.54	59	58.49	29.25	0.145
	240	1	64.72	65	64.75		
	120	2	76.20	76	76.25	6.79	0.505
	240	2	108.13	108	107.98		
330	2x300	1	124.37	124	124.59	36.10	0.217
	2x400	1	132.37	132	131.89		

Для оптимизации расчетной модели ВЛ электропередачи значение показателя степени v_i усредняется и заменяется значением показателя степени \tilde{v} для разных классов напряжения и определяется совокупностью значений v_i , принадлежащих своему классу напряжения.

Графическое отображение математической модели ВЛ представляется на рис. 1-3 для разных классов напряжений.

В таблице 7 приводятся значения коэффициентов α'_i и \tilde{v} . Значения показателей степени \tilde{v} в таблице 7 были получены без учета вероятности появления ВЛ электропередач представленного конструктивного исполнения, класса напряжения и типа опор. На данном этапе нет таких статистических данных, кроме того, это не входило в основную задачу построения расчетной модели ВЛ электропередачи с определенной степенью точности. Для более точного определения значений \tilde{v} необходим углубленный анализ нормативных показателей с учетом веса значения показателя

степени, соответствующего расчетному варианту по конструкции линии, типу опор и классу напряжения.

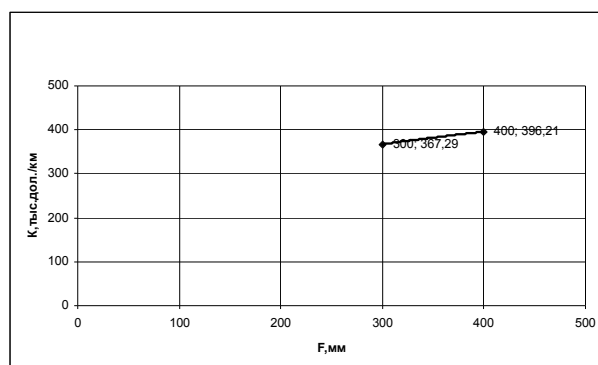


Рисунок 1 – Модель инвестиционных вложений в ВЛ для напряжения 750 кВ

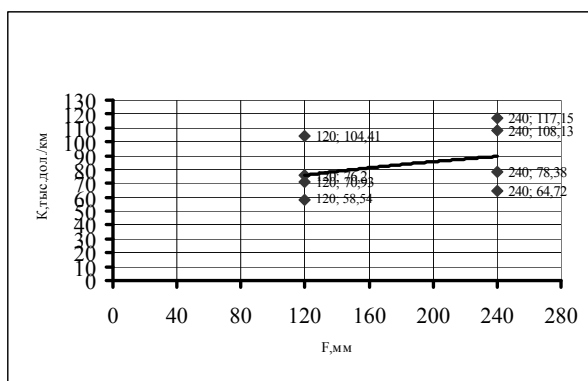


Рисунок 2 – Модель инвестиционных вложений в ВЛ для напряжения 110 кВ

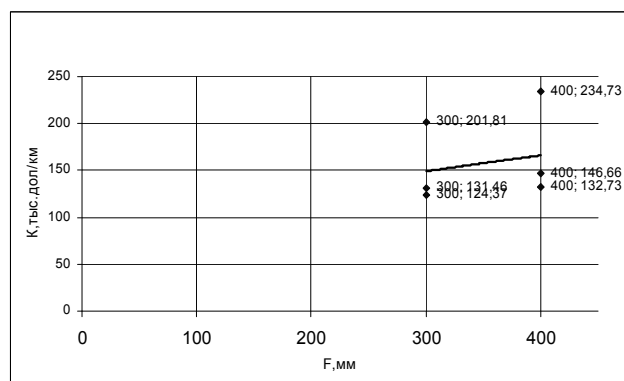


Рисунок 3 – Модель инвестиционных вложений в ВЛ для напряжения 330 кВ

Таблица 7 – Значения коэффициентов аппроксимации и капитальные затраты на строительство 1 км ВЛ 110 – 750 кВ для различных классов напряжения, тыс. дол./км

U, кВ	Тип опор	Сечение провода, мм²	Кол-во цепей	Полная стоимость	$K'_i = a'_i F^{\bar{\alpha}_i}$	Коэффициенты		$\frac{K'_i - K}{K'} \cdot 100\%$
						a	в	
110	стальная	120	1	70.93	70.74	22.42	0.24	-0.269
		240	1	78.38	78.70	21.12		0.407
		120	2	104.41	104.37	33.08		-0.038
		240	2	117.15	117.36	31.5		0.18
	железобетонная	120	1	58.54	58.56	18.56		0.034
		240	1	64.72	64.42	17.29		-0.465
		120	2	76.20	76.16	24.14		-0.052
		240	2	108.13	108.35	29.08		0.203
330	стальная	2x300	1	131.46	131.39	15.56	0.37	-0.053
		2x400	1	146.66	147.03	15.64		0.251
		2x300	2	201.81	201.76	23.9		-0.025
		2x400	2	234.73	234.84	24.98		0.047
	железобетонная	2x300	1	124.37	124.35	14.73		-0.161
		2x400	1	132.37	132.49	24.73		0.091
750	стальная	5x300	1	367.29	367.26	81.94	0.26	-0.008
		5x400	1	396.21	396.23	81.96		0.005

Исходя из выше представленного, расчетную модель дисконтированных затрат на 1 км ВЛ разного конструктивного исполнения и типа опор можно записать для каждого класса напряжения:

- для напряжения 110 кВ:

$$K_{110} = \alpha_i F^{\bar{\alpha}_{110}}; \quad (6)$$

- для напряжения 330 кВ:

$$K_{330} = \alpha_j F^{\bar{\alpha}_{330}}; \quad (7)$$

- для напряжения 750 кВ:

$$K_{750} = \alpha_k F^{\bar{\alpha}_{750}}. \quad (8)$$

А инвестиционные вложения в 1 км ВЛ, д.е., различного конструктивного исполнения и типа опор будут иметь вид:

- для напряжения 110 кВ:

$$z = \left(\frac{E_{ном} + 100}{\alpha + 100} - 1 \right) \left(1 + \left[\left(\frac{E_{ном} + 100}{\alpha + 100} \right)^{T_{cr}} - 1 \right]^{-1} \right) \alpha_i F^{\bar{\alpha}_{110}}; \quad (9)$$

- для напряжения 330 кВ:

$$z = \left(\frac{E_{ном} + 100}{\alpha + 100} - 1 \right) \left(1 + \left[\left(\frac{E_{ном} + 100}{\alpha + 100} \right)^{T_{cr}} - 1 \right]^{-1} \right) \alpha_j F^{\bar{\alpha}_{330}}; \quad (10)$$

- для напряжения 750 кВ:

$$3 = \left(\frac{E_{ном} + 100}{\alpha + 100} - 1 \right) \left(1 + \left[\left(\frac{E_{ном} + 100}{\alpha + 100} \right)^{T_{ca}} - 1 \right]^{-1} \right) \alpha_k F^{\tilde{\epsilon}_{750}}. \quad (11)$$

Для анализа такого рода моделей в условиях неполноты исходной информации целесообразно использовать критериальный метод [2, 8].

Используя критериальный метод сформированные технико-экономические модели (9), (10), (11) можно представить в виде

$$3^{110} = \pi'_1 F_*^{\tilde{\epsilon}_{110}} + \pi'_2 F_*^{-1}; \quad (12)$$

$$3^{330} = \pi''_1 F_*^{\tilde{\epsilon}_{330}} + \pi''_2 F_*^{-1}; \quad (13)$$

$$3^{750} = \pi'''_1 F_*^{\tilde{\epsilon}_{750}} + \pi'''_2 F_*^{-1}, \quad (14)$$

где $\pi'_1, \pi'_2, \pi''_1, \pi''_2, \pi'''_1, \pi'''_2$ - критерий подобия для определенного класса напряжения;

$\tilde{\epsilon}^{110}, \tilde{\epsilon}^{330}, \tilde{\epsilon}^{750}$ - обобщенные коэффициенты аппроксимации определенного класса напряжения; F - сечение провода, мм².

Определение критериев подобия π_i (12 - 14) базируется на условиях ортогональности и нормировки и представляет собой систему уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{m_1} \pi_i = 1 \\ \frac{dy}{dx_j} / x_j = x_{j\bar{b}} = \frac{y_{\bar{b}}}{x_{j\bar{b}}} \sum \alpha_{ij} \pi_i = 0, \quad j = \overline{1, n} \end{cases} \quad (15)$$

Используя (15) для (12 - 14) были определены $\pi'_1, \pi'_2, \pi''_1, \pi''_2, \pi'''_1, \pi'''_2$ для ВЛ разных классов напряжения:

для 110 кВ - $\pi'_1 = 0,80, \pi'_2 = 0,20$;

для 330 кВ - $\pi''_1 = 0,73, \pi''_2 = 0,27$;

для 750 кВ - $\pi'''_1 = 0,79, \pi'''_2 = 0,21$.

Полученные значения критериев подобия $\pi'_1, \pi'_2, \pi''_1, \pi''_2, \pi'''_1, \pi'''_2$ позволят с достаточной объективностью планировать долю инвестиционных вложений при технико-экономическом анализе моделей ВЛ электропередачи.

Выводы

1. Получены расчетные модели ВЛ с учетом стоимости территории под трассу электросетевого объекта.

2. Рассмотрен технико-экономический подход анализа расчетных моделей ВЛ, которые учитывают

все составляющие затрат и соответствуют условиям энергорынка.

Список использованных источников

1. Сборник нормативов удельных капитальных вложений в строительство воздушных линий электропередачи 35 – 750 кВ. Руководящие материалы / Минэнерго СССР, – 1986 г. – 30 с.

2. Астахов Ю. Н. Критериальный метод и его применение для анализа систем электроснабжения / Ю. Н. Астахов, Н. М. Черемисин, Б. М. Ильченко. – Учебное пособие. М – 1986.-45с.

3. Черемісін М. М. Економічні розрахунки в інженерній діяльності: навчальний посібник / М. М. Черемісін, В. І. Романченко. – Харків. – 2006. – 167с.

4. Определение экономической эффективности капитальных вложений в энергетику: ГКД 340.000.002-97. – Киев. – 1997. – 54 с.

5. Офіційний сайт Держкомітету по земельним ресурсам [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dkzr.gov.ua>

6. Визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж : ДБН В.2.5-16-99. – Київ, 1999.–21 с.

7. Государственный комитет статистики Украины. Индексы инфляции нарастающим итогом с января 1998 года / Ценообразование в строительстве. – 2008. – №12 – С. 160.

8. Черемисин Н. М., Черкашина В. В. Критериальный метод анализа технико-экономических задач в электрических сетях и системах: учебное пособие / Н. М. Черемисин, В. В. Черкашина. – Харків: "Факт", 2014. – 96 с.

Анотація

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ В УМОВАХ ЕНЕРГОРИНКУ

Черемісін М. М., Черкашина В. В.

Представлені моделі і методи техніко-економічного аналізу повітряних ліній електропередачі з урахуванням вартості території під трасу ліній в умовах енергоринку.

Abstract

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE MODELS OF AIR LINES ELEKTROPEREDACHI IN THE ENERGY MARKET

N. Cheremisin, V. Cherkaschyna

Presented models and methods of technical and economic analysis of overhead power lines, taking into account the cost of the area under the line route in terms of the energy market.