

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

## MATHEMATICAL MODELS OF DYNAMIC PROCESSES

УДК 621.548

DOI:10.21209/2308-8761-2016-11-4-21-32

*Олег Иванович Вийтович,*  
аспирант,

*Забайкальский государственный университет  
(672007, Россия, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30),  
e-mail: Viytovich-O@mail.ru*

### **Оценка капитальных затрат на строительство ветроустановок на стадии проектирования**

Технические эксплуатационные затраты по способу начисления на одну единицу продукции (в качестве продукции принимаем полученную электроэнергию, необходимую для потребителя) могут быть прямыми и косвенными. Прямыми затратами называются затраты, в состав которых входят: фонд оплаты труда для обслуживающего персонала, затраты на смазочные материалы, затраты на техническую эксплуатацию (т. е. количество отказов до первого текущего ремонта), на текущий и капитальный ремонты, на транспортно-заготовительные работы и на амортизационные отчисления. Косвенные затраты, в состав которых входят: общепроизводственные и общехозяйственные.

**Ключевые слова:** прямые затраты, косвенные затраты, амортизационные отчисления, затраты на техническую эксплуатацию, затраты на текущий ремонт, затраты на капитальный ремонт, затраты на транспортно-заготовительские работы, заработная плата персонала

*Oleg I. Viytovich,*

*Postgraduate Student,*

*Transbaikal State University*

*(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),  
e-mail: Viytovich-O@mail.ru*

### **Estimation of Capital Expenditure for the Construction of Wind Turbines at the Design Stage**

Technical operating costs by way of charges per unit of products (we take necessary received electricity for the consumer as products) can be direct or indirect. Direct costs are called expenses which include: payroll for staff, costs for lubricants, maintenance operation (i. e., the number of failures before the first maintenance), current and capital repairs, transportation and procurement of works and depreciation deductions. Indirect costs include: overhead and general running.

**Keywords:** direct costs, indirect costs, depreciation charges, technical maintenance costs, maintenance work costs, capital repairs costs, transport-supplying work costs, staff salary

Величина потребных капитальных вложений в ветроустановку в общем случае складывается из следующих величин:

$$K = K_{уст} + K_{рб} + K_{зч} + K_{зм}, \quad (1)$$

где  $K_{уст}$  — капитальные вложения, связанные с изготовлением (с приобретением) ветроустановки, р./год;

$K_{рб}$  — капитальные вложения в ремонтно-восстановительные работы, а также расходы на текущее содержание для ветроустановки нетрадиционного типа, р./год;

$K_{зч}$  — капитальные вложения на резервные детали, р./год;

$K_{зм}$  — капитальные вложения на запасы смазочных материалов, р./год.

Капитальные вложения, связанные с приобретением первоначальной стоимости:

$$K_{уст} = [Ц_{уст} + (K_{тр} + K_{м})] + N_{уст}, \quad (2)$$

где  $C_{уст}$  — оптовая цена установки, р./ за ед.;

$K_{тр}$  — коэффициент, учитывающий затраты на транспортно-заготовительные работы, составляет 10 % от СМР, р.;

$K_{м}$  — коэффициент, учитывающий затраты на строительно-монтажные работы, составляет 50 % от оптовой стоимости оборудования, р.;

Если ветроустановка изготавливается собственными силами, то капитальные вложения определяются как сумма себестоимости изготовления данного оборудования и средней прибыли на нее. Средняя прибыль может быть взята в размере 25 % от себестоимости.

Увеличение надежности ветроустановки и ее срока службы позволяет снизить на единовременные затраты за счет уменьшения стоимости резерва запасных деталей и дополнительных затрат на текущее содержание. Оборотные средства в запасе резерва деталей могут быть определены по формуле

$$K_{з.ч.} = \sum_{i=1}^n 1, 2, 3i \times Ц_i \text{ р./год}, \quad (3)$$

где  $n$  — количество наименований резерва запасных частей;

1, 2, 3i — норма запаса i-й детали, шт.;

$C_i$  — цена одной детали, р./шт.

Экономия капитальных вложений (р.) в ремонтно-техническую базу и текущее содержание ветроустановки повышенной надежности может быть рассчитана по формуле

$$\Delta K_{р.б.} \times K_{р.б.} = K_{р.б.у.} \frac{П_{рс} - П_{рн}}{П_{рс}}, \quad (4)$$

где  $K_{р.б.у.}$  — удельные капитальные вложения в ремонтно-техническую базу и текущее содержание в расчете на одну ветроустановку до повышения надежности, р./год.

Удельные капитальные вложения составляют в три раза меньше при нетрадиционном типе оборудования:

$$\Delta K_{р.б.}(нтр) < \Delta K_{р.б.}(тр) = 1,5$$

$П(тр)$  и  $П(нтр)$  — соответственно количество ремонтов ветроустановки традиционного и нетрадиционного типа составляет:

$П(тр)$  — 1 раз в год, р./год, традиционного типа;

П(нтр) – 1 раз в 3 года, р./год, нетрадиционного типа.

Капитальные вложения в запасы смазочных материалов (р.) определяются по формуле

$$Кз.с.м. = \sum_{\beta=1}^a Дз.с. \times Цс \times Ктр \text{ (р./год)}, \quad (5)$$

где  $a$  – количество видов смазочных материалов, применяемых для нормальной эксплуатации ветроустановки (агрегатов);

$Дз.с.$  – норма запаса смазочного вида (агрегатов);

$Цс$  – цена смазочного материала смазочного вида, р./кг;

$Ктр$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, составляет 10 % от СМР.

**Определение затрат на техническую эксплуатацию ветроустановки.** В расчетах экономической эффективности ветроустановок достаточно ограничиться на прямых затратах. Прямые эксплуатационные затраты определяются как сумма всех перечисленных затрат по формуле:

$$C = C_{\text{фот}} + C_a + C_{\text{тр}} + C_{\text{см}} + C_{\text{отк}} + C_{\text{кр}}. \quad (6)$$

Из теоретических расчетов видно, что прямые эксплуатационные затраты в полтора раза ниже при нетрадиционном типе оборудования:

$$C = C_{\text{м}}/z(\text{нтр}) \leq C_{\text{м}}/z(\text{тр}) = 2 \text{ раза}, \quad (7)$$

где  $C_{\text{фот}}$  – фонд оплаты труда обслуживающего персонала, (одного сотрудника) р./мес.; р./год;

$C_a(\text{тр})$  – амортизационные отчисления, р./год, для оборудования традиционного типа;

$C_a(\text{нтр})$  – амортизационные отчисления, р./год, для оборудования нетрадиционного типа;

$C_{\text{тр}}(\text{тр})$  – затраты на текущий ремонт, р./рем., для традиционного типа;

$C_{\text{тр}}(\text{нтр})$  – затраты на текущий ремонт, р./рем., для нетрадиционного типа;

$C_{\text{см}}$  – затраты на смазочные материалы, определяются в соответствии с техническими нормами и нормативами, р./год, [5];

$C_{\text{отк}}$  – затраты на устранение отказов, р./год;

$C_{\text{кр}}$  – затраты на капитальные ремонты, р./рем.

Заработная плата технического персонала может рассчитываться по нескольким направлениям, в зависимости от того, закреплен ли персонал за данным объектом (ветроустановкой) или выполняет часть определенных функций.

В первом случае фонд оплаты труда персонала ( $C_{\text{фот}}$  – фонд оплаты труда, состоит из часовой тарифной ставки и фонда времени. р./мес., р./год [1]) может рассчитываться по формуле

$$C_{\text{фот}} = C50 \times Fд[15], \quad (8)$$

где  $C50$  – часовая тарифная ставка персонала занятого (одного сотрудника) техническим обслуживанием ветроустановки, р./ч [1];

$Fд$  – действительный фонд времени технического персонала (одного сотрудника) за

один год составляет 1986 ч/год, среднее количество рабочих часов в месяц составляет 165,5 ч/мес. [15].

Если же техническое обслуживание занимает у технического персонала (одного сотрудника) часть рабочего времени, а остальное время он занят другим видом деятельности, в фонде оплаты труда должна быть учтена только та часть рабочего времени, которая приходится именно на обслуживание ветроустановки. Амортизационные отчисления на реновацию могут быть определены по формуле [15].

$$C_a = \frac{K_b}{T_{сл}}, \quad (9)$$

$C_a(\text{нтр})$  – для нетрадиционного типа оборудования;

$C_a(\text{тр})$  – для традиционного типа оборудования.

Из теоретических расчетов можно определить, что амортизационные отчисления при нетрадиционном типе оборудования меньше в два раза

$$C_{a(\text{нтр})} = \frac{K_b}{T_{сл}} < C_{a(\text{тр})} = \frac{K_b}{T_{сл}}, \quad (10)$$

где  $K_b(\text{тр})$  – балансовая стоимость традиционной ветроустановки, р./ед.;

$K_b(\text{нтр})$  – балансовая стоимость нетрадиционной ветроустановки, р./ед.;

$T_{сл}(\text{тр})$  – срок службы традиционной ветроустановки составляет 15 лет;

$T_{сл}(\text{нтр})$  – срок службы нетрадиционной ветроустановки составляет 25 лет;

$a(\text{тр})$  – годовая норма амортизационных отчислений на реновацию, р./год, для традиционного типа оборудования;

$a(\text{нтр})$  – годовая норма амортизационных отчислений на реновацию, р./год, для нетрадиционного типа оборудования.

Затраты на капитальный ремонт определяются по формуле:

$$Скр = nр \times Ср, \quad (11)$$

$Скр = nр(\text{тр}) \times Ср(\text{тр})$ ; р./рем./год, затраты на капитальный ремонт для традиционного типа;

$Скр = nр(\text{нтр}) \times Ср(\text{нтр})$ ; р./рем./год, затраты на капитальный ремонт для нетрадиционного типа.

По данным теоретическим расчетам можно определить, что затраты на капитальный ремонт при нетрадиционном типе оборудования меньше в 4,99 раза;

$$Скр = nр(\text{нтр}) \times Ср(\text{нтр}) < nр(\text{тр}) \times Ср(\text{тр}) = 4,99 \text{ раза},$$

где  $nр$  – число капитальных ремонтов за весь срок службы 15 лет составляет 5 ремонтов для оборудования традиционного типа, р./срок службы (1 раз в три года) [6];

$nр$  – число капитальных ремонтов за весь срок службы 25 лет составляет 5 ремонтов для оборудования нетрадиционного типа, р./срок службы (1 раз в пять лет);

$Ср$  – стоимость одного ремонта, р./рем. [Там же].

Затраты на смазочные материалы ( $Ссм$  – справочник по техническим нормам и нормативам расхода смазочных материалов [Там же]) определяются по формуле

$$Ссм = Дсм \times Цсм, \quad (12)$$

где  $D_{см}$  — расход смазочных материалов за год, кг [Там же];

$C_{см}$  — стоимость смазочных материалов, р./кг [Там же].

Затраты на устранение отказов будут складываться из фонда заработной платы технического персонала (одного сотрудника), участвующего в устранении отказов и материальных затрат

$$C_{отк.} = \Phi OT + M; \text{ р./мес.} \quad (13)$$

где  $\Phi OT$  — заработная плата одного сотрудника р./мес.;

$M1$  — материальные затраты для традиционного типа оборудования, р./год [Там же];

$M2$  — материальные затраты для нетрадиционного типа оборудования, р./год [Там же].

Из теоретических расчетов видно, что расход материальных затрат на устранение отказов при нетрадиционном типе оборудования меньше в 2,72 раза:

$$C_{отк.} = \Phi OT + M1(нтр) < \Phi OT + M2 = 2,72 \text{ (раза).}$$

Экономия материальных затрат по данным теоретическим расчетам в 1,99 раза меньше, за период эксплуатации 25 лет.

$$\Phi OT = C \times K_n \times K_d, \quad (14)$$

где  $C$  — часовая тарифная ставка технического персонала (одного сотрудника) занятого устранением отказа ветроустановки, р./ч;

$K_n$  — коэффициенты, учитывающие отчисления на социальное страхование составит 2 % ( $\Phi OT$ ) р./мес., р./год;

$K_d$  — коэффициент, учитывающие отчисления на дополнительную заработную плату составляет 1 % ( $\Phi OT$ ) р./мес., р./год;

$t_{от}$  — время устранения отказа, составляет 0,5 ч [Там же];

$m$  — количество разновидностей материала применяемых при ремонте, составляет 2 и более разновидностей [Там же].

$M1$  — затраты на материальные ресурсы определяются по формуле

$$M1 = C_{см} + C_{тр} - \text{р./год}, \quad (15)$$

где  $C_{см}$  — р./год [5];

$M1(тр)$  — р./год (для традиционной ветроустановки);

$M2(нтр)$  — р./год ( для нетрадиционной ветроустановки);

Экономия затрат на смазочные материалы составляет по расчетам в 2,75 раза меньше при нетрадиционном типе оборудования, р./год;

$D$  — количество наименований деталей необходимых для устранения отказов — 2 и более наименований;

$D_k$  — количество деталей k-го вида — 2;

$C_k$  — стоимость деталей k-го вида составляет в соответствии со справочником (нормы и расценки) р./шт.

Расходы на текущий ремонт ветроустановки из расчета на один год определяются по формуле

$$Стр = \frac{Tr}{Tp} \times nn \left( \sum_k^d Дк \times Цк + \sum_k^c tзк \times Рpp \right), \quad (16)$$

где  $Tr$  — и  $Tг$  — соответственно годовая наработка и ресурс до первого текущего ремонта;

$Tг$  — составляет 8760 ч/год за 1 год, для традиционной ветроустановки, (справочник Минтруда);

$Tr$  — составляет — 26280 ч/за 3 года; для традиционной ветроустановки, (справочник Минтруда);

$nn$  — количество элементов —  $ni$ ;

$Д$  — количество наименований заменяемых деталей —  $n$ ;

$Цк$  — стоимость детали к-го наименования р./ед. [4];

$tзк$  — время, необходимое для замены к-го вида [5];

$Рpp$  — расценка за 1 ч ремонтных работ составляет [Там же].

Затраты на выполнение технических осмотров определяются по формуле

$$Сто = To \times to \times to, \text{ р./день}, \quad (17)$$

где  $To$  — число технических осмотров на ветроустановку, осм./день [6];

$to$  — время, затрачиваемое на технический осмотр, ч [Там же];

$to$  — расценка за 1 ч, затраченный на технический осмотр, р./ч [5].

Таблица 1

Требуемые технические показатели

Показатели надежности для ветроустановки $m = 0,030$ км	Ветроустановка независимо от применяемой структуры	Ветроустановка перспективной структуры	Оборудование комплекса ветроустановки		
			Генератор	Компрессор управления	Щит
Коэффициент простоя (требуемые показатели)	0,01	0,002	0,007	0,03	0,001
Коэффициент простоя для традиционной стратегии	$1,627 \cdot 10^{-3}$	0,002	$0,228 \cdot 10^{-3}$	$1,899 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$
Коэффициент простоя для оптимальной стратегии	$2,03 \cdot 10^{-3}$	0,002	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$1,434 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$

**Экономическая эффективность ветроустановки.** Расчет экономической эффективности выполнен для двух методов получения электроэнергии: традиционный и нетрадиционный методы.

Основой выбора одного из способов применения энергоносителя являются приведенные затраты  $\Pi_i$ , минимум свидетельствует о его эффективности

$$\Pi_i = Si + 0,15 \cdot Ki \rightarrow \min. \quad (18)$$

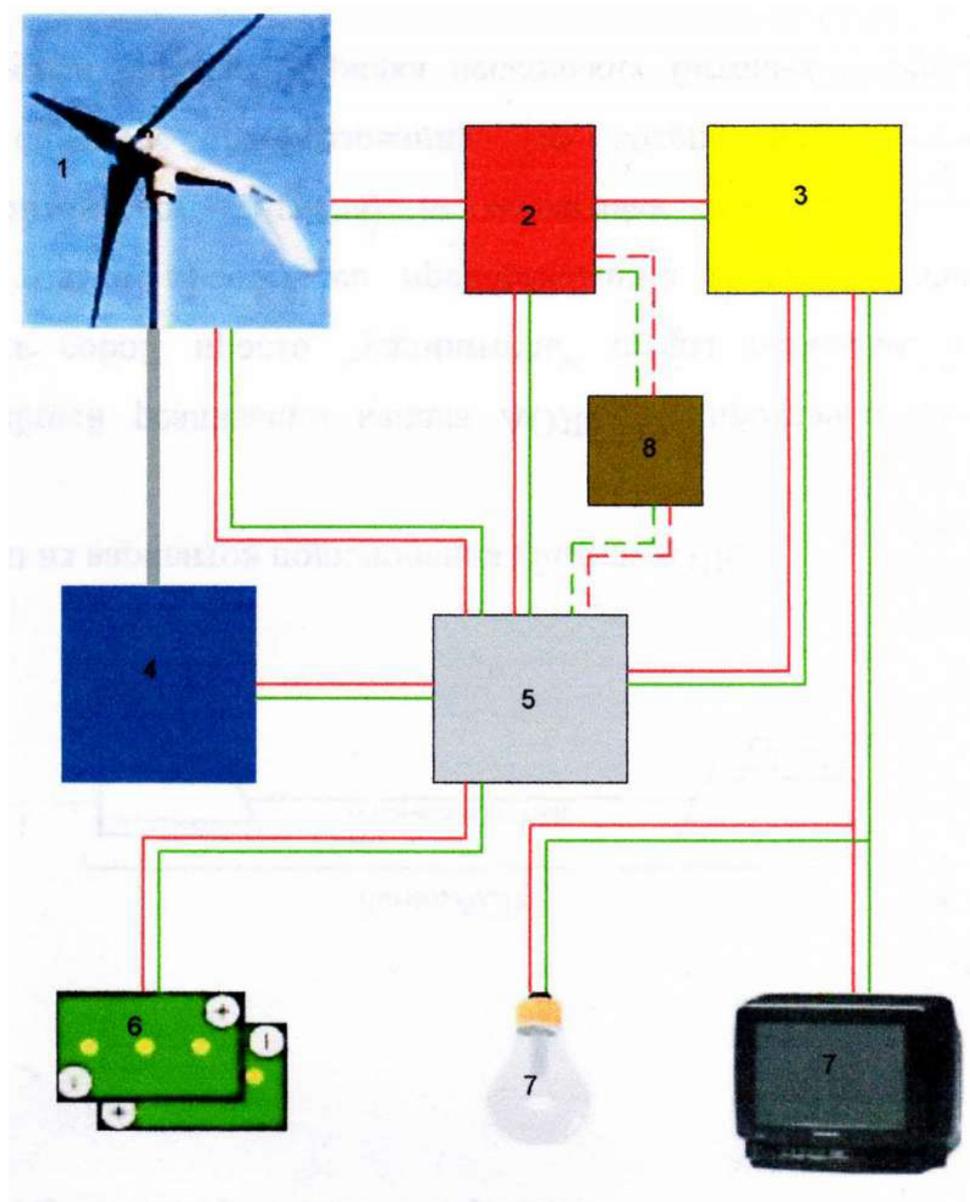
При этом:

$$Si = 1,09 \times C_{\text{мат}}^i + C_{\text{мат}}^i = 1,15 \times Zi, \quad (19)$$

$$\Pi_i = Si + 0,15 \times Ki, \quad (20)$$

где  $S_i$  — общая стоимость способа, р./кВт.

В качестве примера ниже приводится схема для ветроустановки нетрадиционного типа, и таблица технических норм (табл. 2, рисунок).



**Рисунок.** Схема функциональных элементов ветроустановки:

- 1 – ветрогенератор; 2 – блок управления ветроустановки; 3 – щит распределения нагрузки;
- 4 – входной электрощит; 5 – преобразователь (выпрямитель); 6 – аккумуляторная батарея (24В);
- 7 – бытовые приборы (нагрузка); 8 – компрессорная установка

Таблица 2

## Требуемые технические нормы

Показатели	Тип оборудования (один комплект)									
	Ветро-генератор	Ветро-генератор с турбиной	Блок управления	Щит распределения нагрузки	Входной электрощит	Преобразователь	Аккумуляторная батарея	Компресс. установки	Бытовые приборы	
Интенсивность	$0,46 \cdot 10^{-5}$	$0,77 \cdot 10^{-5}$	$0,46 \cdot 10^{-5}$	$0,231 \cdot 10^{-4}$	$0,385 \cdot 10^{-4}$	$0,231 \cdot 10^{-4}$	$0,578 \cdot 10^{-4}$	$0,231 \cdot 10^{-3}$	$0,231 \cdot 10^{-3}$	
Среднее время между отказами, (ч)	216000	43200	216000	43200	25920	43200	17280	43200	4320	
Количество наработанных часов, (ч)	216000	43200	216000	43200	25920	43200	17280	43200	4320	
Коэффициент простоя	$4,59 \cdot 10^{-6}$	$7,69 \cdot 10^{-6}$	$4,59 \cdot 10^{-6}$	$2,21 \cdot 10^{-5}$	$3,84 \cdot 10^{-5}$	$2,21 \cdot 10^{-5}$	$5,77 \cdot 10^{-5}$	$2,21 \cdot 10^{-5}$	$2,21 \cdot 10^{-5}$	
Коэффициент простоя, при оптимальной стратегии восстановления	$9,19 \cdot 10^{-7}$	$1,53 \cdot 10^{-6}$	$0,55 \cdot 10^{-5}$	$0,27 \cdot 10^{-4}$	$0,46 \cdot 10^{-4}$	$0,27 \cdot 10^{-4}$	$0,69 \cdot 10^{-4}$	$0,27 \cdot 10^{-3}$	$0,27 \cdot 10^{-3}$	
Суммарный коэффициент простоя, Кп оборудования	$0,728 \cdot 10^{-3}$	$0,728 \cdot 10^{-3}$	$0,728 \cdot 10^{-3}$	$0,728 \cdot 10^{-3}$	$0,728 \cdot 10^{-3}$	$0,728 \cdot 10^{-3}$	$0,728 \cdot 10^{-3}$	$0,728 \cdot 10^{-3}$	$0,728 \cdot 10^{-3}$	
Суммарная интенсивность отказов всего оборудования	$1,88 \cdot 10^{-4}$	$1,88 \cdot 10^{-4}$	$1,88 \cdot 10^{-4}$	$1,88 \cdot 10^{-4}$	$1,88 \cdot 10^{-4}$	$1,88 \cdot 10^{-4}$	$1,88 \cdot 10^{-4}$	$1,88 \cdot 10^{-4}$	$1,88 \cdot 10^{-4}$	
Суммарный коэффициент простоя, при оптимальной стратегии восстановления	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	
Суммарный коэффициент простоя электрокабеля при традиционной стратегии восстановления	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$2,27 \cdot 10^{-5}$	

$K_i$  — единовременные капитальные затраты р./за ед., для традиционного типа ветроустановки;

$K_i$  — единовременные капитальные затраты р./за ед., для нетрадиционного типа ветроустановки.

Единовременные капитальные затраты при нетрадиционном типе оборудования ниже в 4,99 раз по сравнению с традиционным типом.

$C_{\text{мат}}$  — стоимость материалов, для которых необходим учет транспортных расходов, р./шт.;

$Z_i$  — заработная плата одного сотрудника определяется по формуле:  $C_{\text{фот}} = C'50 \times F_{\text{д}}$ , р./мес.;

1,09 — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы; справочник (транспортные расходы).

1,15 — коэффициент накладных расходов к заработной плате [5].

Энергоноситель имеет в составе дополнительные агрегаты и включает следующие затраты и операции:

1. Зарплата и трудоемкость монтажа ветроустановки:

$n_{\text{сэ}}$  — количество агрегатов ветроустановки, шт.;

$Z_{\text{сэ}}$  = заработная плата при установке одного агрегата, р./шт.;

$T_{\text{сэ}}$  = трудоемкость при установке одного агрегата, чел. дн./шт.

В данном случае расценки и трудоемкость взяты из справочных данных [4].

2. Зарплата и трудоемкость монтажа опоры высотой до 6 метров:

$n_{\text{сэ}}$  — количество агрегатов опоры, 1 шт.:

$Z_{\text{сэ}}$  — стоимость одного агрегата, р./шт. [Там же];

$T_{\text{сэ}}$  — трудоемкость при установке одного агрегата; чел. дн./шт.

3. Зарплата и трудоемкость монтажа дополнительных агрегатов:

$n_{\text{сэ}}$  — количество дополнительных агрегатов, шт.;

$Z_{\text{сэ}}$  — заработная плата при установке одного агрегата, р./шт.;

$T_{\text{сэ}}$  — трудоемкость при установке одного агрегата, чел. дн./шт.

Рассчитаем трудоемкость для дополнительных агрегатов в количестве  $n_{\text{сэ}}$ , чел. дн./шт.

$Z_{\text{сэ}}$  — заработная плата при установке одного агрегата, р./шт.;

$T_{\text{сэ}}$  — трудоемкость при установке дополнительных агрегатов, чел. дн./шт.

4. Рассчитаем общую заработную плату и трудоемкость строительно-монтажных работ ветроустановки по формуле, р.:

$$\sum Z_{\text{сэ}} = Z_{\text{сэ}1} + Z_{\text{сэ}2} + Z_{\text{сэ}3}, \quad (21)$$

где  $Z_{\text{сэ}1}$  — заработная плата при установке одного агрегата [Там же];

$Z_{\text{сэ}2}$  — заработная плата при установке одной опоры до 6 метров [Там же];

$Z_{\text{сэ}3}$  — заработная плата при установке дополнительных агрегатов [Там же].

5. Рассчитаем трудоемкость при установке агрегатов по формуле

$$\sum T_{\text{сэ}} = T_{\text{сэ}1} + T_{\text{сэ}2} + T_{\text{сэ}3} \text{ чел./дн.}, \quad (22)$$

где  $T_{\text{сэ}1}$  — трудоемкость при установке одного агрегата, чел. дн./шт.; справочные данные [Там же];

$T_{\text{сэ}2}$  — трудоемкость при установке одной опоры до 6 метров, чел. дн./шт.; справочные данные [Там же];

$T_{\text{сэ}3}$  — трудоемкость при установке дополнительных агрегатов, чел. дн./шт.; справочные данные [Там же].

6. Рассчитаем производительность ветроустановки до 10 кВт/ч

$$P_{см} = t_i \times C_i \text{ (кВт/ч)}, \quad (23)$$

$t_i$  — время работы ветроустановки в сутки составляет 23 ч/сут.;

$C_i$  — фонд оплаты труда технического персонала, р./мес.

В статье проанализировано и обосновано научное исследование, заключающееся в следующем:

– технико-экономическое обоснование и оценка экономической эффективности ветроустановок на стадии проектирования могут быть обеспечены на основе экономических расчетов, а также исследования комплексного показателя коэффициента надежности, учитывающего основные факторы: климатические, экологические, технологические, экономические.

1. Определены капитальные затраты на строительство ветроустановки с учетом всех экономических показателей для различных проектных решений.

2. Определение затрат на техническую эксплуатацию ветроустановки с учетом прямых и косвенных факторов для различных вариантных решений.

3. Проведен расчет наработанных часов до первого капитального ремонта ветроустановки с учетом дополнительных узлов и агрегатов на стадии проектирования.

4. Проведен анализ экономической эффективности ветроустановки для получения электроэнергии с учетом проектного решения.

5. Проведены экспериментальные исследования и внедрение ветроустановок, запроектированных с учетом показателя коэффициента эксплуатационной надежности, где определены данные в получении экономической эффективности для различных вариантных технологических решениях на стадии проектирования.

6. Определена экономическая эффективность ветроустановки для различных вариантных разработок.

Сравнивая два типа оборудования, можем определить экономический эффект:

- стоимость электрической энергии 1кВт/ч, традиционного типа;
- стоимость электрической энергии 1кВт/ч, нетрадиционного типа;
- срок окупаемости оборудования (комплекс) традиционного типа;
- срок окупаемости оборудования (комплекс) нетрадиционного типа;
- эксплуатационный срок службы (комплекс) традиционного типа;
- эксплуатационный срок службы (комплекс) нетрадиционного типа.

### *Список литературы*

1. Справочник по электроустановкам промышленных предприятий. Т. 2. Монтаж электроустановок промышленных предприятий / под ред. И. Е. Боричева. М.: Энергия, 1996.
2. Проектирование электроустановок промышленных предприятий / под ред. Я. М. Большам, В. А. Грачев, М. Л. Самовер. М.: Энергия, 1986. Ч. 1.
3. Справочник по проектированию электроснабжения / Д. Л. Файбисович [и др.]. М.: Энергия, 2003.
4. Единые нормы и расценки на ремонтно-строительные работы: справочник: сборник Е23 «Электромонтажные работы». Вып. 3. 1986.
5. Нормы и нормативы: справочник. НТП ЭПП-94 Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий (взамен СН 174-75) НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий (взамен СН 174-75).

6. Сибикин Ю. Д. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. 5-е изд. М.: Высшая школа, 2002.
7. Энергетика и охрана окружающей среды / под ред. Н. Г. Залогина [и др.]. М.: Энергия, 1986. 352 с.
8. Проектный анализ надежности / под ред. В. И. Патрушева, А. И. Рембезы. 1988. Т. 5. 320 с.
9. Надежность электроснабжения: сб. ст. / под ред. И. А. Сыромятникова. М.: Энергия, 1967. 272 с.
10. Литвиненко А. М. Пособие по изготовлению ветрогенераторов. М.: Энергия, 1996. 120 с.
11. Агапов В. А., Карасева А. А. Ветродвиатели // Нефть. Газопрмышленность. М., 2003. 320 с.
12. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 23. Бурятская АССР, Читинская область. Л.: Гидрометеоиздат, 1989.
13. Смирнова Н. С., Солдатова Г. А. Климат Читы. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 246 с.
14. Энергетика и охрана окружающей среды / под ред. Н. Г. Залогина [и др.]. М.: Энергия, 1986. 352 с.
15. Малышев Е. А. Приоритеты инновационного развития энергетики Забайкальского края // Вестн. ЗабГУ. Чита: ЗабГУ, 2012. 130 с.
16. Коровин Г. Б., Малышев Е. А. Прогнозирование развития региональных энергетических систем // Экономика региона. 2011. № 2. С. 184–188.
17. Экологическая гидрология: учебник / А. П. Белоусова. М.: Академкнига, 2007. 397 с.
18. Экология и экономика природопользования: учебник / под ред. Э. В. Гирусова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юнити-Дана, 2007. 591 с.
19. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов / под. ред. Л. А. Муравья. М.: Юнити-Дана, 2000. 448 с.

### *References*

1. Spravochnik po elektroustanovkam promyshlennykh predpriyatii. T. 2. Montazh elektroustanovok promyshlennykh predpriyatii / pod red. I. E. Boricheva. M.: Energiya, 1996.
2. Proektirovanie elektroustanovok promyshlennykh predpriyatii / pod red. Ya. M. Bol'sham, V. A. Grachev, M. L. Samover. M.: Energiya, 1986. Ch. 1.
3. Spravochnik po proektirovaniyu elektrosnabzheniya / D. L. Faibisovich [i dr.]. M.: Energiya, 2003.
4. Edinye normy i rastsenki na remontno-stroitel'nye raboty: spravochnik: sbornik E23 «Elektromontazhnye raboty». Вып. 3. 1986.
5. Normy i normativy: spravochnik. NTP EPP-94 Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya. Proektirovanie elektrosnabzheniya promyshlennykh predpriyatii (vzamen SN 174-75) NTP EPP-94. Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya. Proektirovanie elektrosnabzheniya promyshlennykh predpriyatii (vzamen SN 174-75).

6. Sibikin Yu. D. Spravochnik po ekspluatatsii elektroustanovok promyshlennykh predpriyatii. 5-e izd. M.: Vysshaya shkola, 2002.
7. Energetika i okhrana okruzhayushchei sredy / pod red. N. G. Zalogina [i dr.]. M.: Energiya, 1986. 352 s.
8. Proektnyi analiz nadezhnosti / pod red. V. I. Patrusheva, A. I. Rembezy. 1988. T. 5. 320 s.
9. Nadezhnost' elektrosnabzheniya: sb. st. / pod red. I. A. Syromyatnikova. M.: Energiya, 1967. 272 c.
10. Litvinenko A. M. Posobie po izgotovleniyu vetrogeneratorov. M.: Energiya, 1996. 120 s.
11. Agapov V. A., Karaseva A. A. Vetrodvigateli // Neft'. Gazopromyshlennost'. M., 2003. 320 s.
12. Nauchno-prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR. Vyp. 23. Buryatskaya ASSR, Chitinskaya oblast'. L.: Gidrometeoizdat, 1989.
13. Smirnova N. S., Soldatova G. A. Klimat Chity. L.: Gidrometeoizdat, 1982. 246 s.
14. Energetika i okhrana okruzhayushchei sredy / pod red. N. G. Zalogina [i dr.]. M.: Energiya, 1986. 352 s.
15. Malyshev E. A. Prioritety innovatsionnogo razvitiya energetiki Zabaikal'skogo kraya // Vestn. ZabGU. Chita: ZabGU, 2012. 130 s.
16. Korovin G. B., Malyshev E. A. Prognozirovanie razvitiya regional'nykh energeticheskikh sistem // Ekonomika regiona. 2011. № 2. S. 184–188.
17. Ekologicheskaya gidrologiya: uchebnik / A. P. Belousova. M.: Akademkniga, 2007. 397 s.
18. Ekologiya i ekonomika prirodopol'zovaniya: uchebnik / pod red. E. V. Girusova. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Yuniti-Dana, 2007. 591 s.
19. Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: ucheb. posobie dlya vuzov / pod. red. L. A. Murav'ya. M.: Yuniti-Dana, 2000. 448 s.

---

#### Библиографическое описание статьи

*Вийтович О. И.* Оценка капитальных затрат на строительство ветроустановок на стадии проектирования // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Сер. Физика, математика, техника, технология. 2016. Т. 11, № 4. С. 21–32.  
DOI:10.21209/2308-8761-2016-11-4-21-32.

#### Reference to article

*Viytovych O. I.* Estimation of Capital Expenditure for the Construction of Wind Turbines at the Design Stage // Scholarly Notes Of Transbaikal State University. Series Physics, Mathematics, Engineering, Technology. 2016. Vol. 11, No 4. P. 21–32.  
DOI:10.21209/2308-8761-2016-11-4-21-32.

---

*Статья поступила в редакцию 10.06.2016*