

Динамика изменения коэффициента использования установленной мощности Сакмарской СЭС в течение года также меняется. Минимальный КИУМ зарегистрирован в декабре – он составил 2,1 %, максимальный КИУМ отмечен в июне – 20,9 % [3].

Таким образом, Сакмарская СЭС при установленной мощности 25 МВт имеет годовую выработку электроэнергии 27,5 млн. кВт·ч, среднегодовую мощность 3,13 МВт и КИУМ 11 %.

#### Список использованных источников

1. ПАО «Т Плюс»: годовые отчёты [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tplusgroup.ru/> (дата обращения: 01.11.2017).
2. Вагнер А. А. Проблемы, связанные с развитием альтернативной энергетики в России. М. : ПАО «Т Плюс», 2016. 16 с.
3. АО «СО ЕЭС»: годовые отчёты о технологическом функционировании ЕЭС России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.so-ups.ru/> (дата обращения: 10.11.2017).

УДК 621.311.24

## **АНАЛИЗ ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНЫХ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

## **THE ANALYSIS OF UNIT CAPITAL COSTS DEPENDING ON THE INSTALLED CAPACITY OF WIND POWER PLANTS**

Богомолова М. С., Карпов Н. Д., Дерюгина Г. В.  
Московский энергетический институт, г. Москва  
[kafedragvie@mail.ru](mailto:kafedragvie@mail.ru)

Bogomolova M. S, Karpov N. D., Deryugina G. V.  
MPEI, Moscow

**Аннотация:** В работе приводятся полученные авторами основные удельные капитальные затраты ветроэлектрической

станции (ВЭС) в составе ветродизельного комплекса (ВДК) на полуострове Камчатка, полученные по фактическим финансовым моделям пяти ВДК: Манилы, Пахачи, Палана, Усть-Камчатск, Усть-Хайрюзово. Исследование проводилось для следующих моделей ветроэлектрических установок (ВЭУ): Aeronautica Windpower, Vergnet, Komai, Gamesa с различной установленной мощностью.

**Abstract:** The authors present the main specific capital expenditures of the wind power station (WPS) in the wind-diesel complex (WDC) on the Kamchatka Peninsula, obtained by the authors based on the actual financial models of the five WDCs: Manila, Pakhachi, Palana, Ust-Kamchatsk, Ust-Khayryuzovo . The study was carried out for the following models of wind power plants (wind turbines): Aeronautica Windpower, Vergnet, Komai, Gamesa with various installed capacities.

*Ключевые слова:* ветроэлектрическая установка, удельные капитальные затраты, ветроэлектрическая станция, ветродизельный комплекс

*Key words:* wind power plant, unit capital costs, wind power station, wind-diesel complex

Капиталовложения в строительство ВЭС определяются исходя из компоновки ВЭС (модель ВЭУ, единичная установленная мощность ВЭУ, количество ВЭУ), проектно-изыскательных работ (ПИР), строительно-монтажных работ (СМР), а также затрат, связанных с доставкой ВЭУ и специальной техники на площадку строительства ВЭС [1].

Стоимость ветроэлектрического оборудования зависит от множества факторов: марки ВЭУ, единичной установленной мощности, высоты башни, класса безопасности ВЭУ, страны-изготовителя и т. д. Данные по удельным стоимостным показателям рассматриваемых моделей ВЭУ представлены в таблице.

Стоимость СМР складывается исходя из следующих категорий затрат:

- подготовительный этап (срезка растительного слоя грунта, обеспечение временного электроснабжения);
- подготовка и строительство технологических проездов;
- строительство монтажной площадки;
- подготовка и строительство фундамента под ВЭУ (строительство котлована, бетонная подготовка, установка закладных деталей башен ВЭУ и т. д.);
- монтаж ВЭУ (проведение монтажных работ, включая аренду специальной техники: основные и вспомогательные краны).

Удельные стоимостные показатели различных моделей ВЭУ

Производитель	Модель	Уст. мощность, кВт	Удельная цена, евро/кВт	Режим управления углом атаки	Грузоподъемность монтажного крана, т
Aeronautica Windpower (США)	AW33-225	225	2210	Stall	120
Vergnet (Франция)	GEV MP 275-30	275	1433	Pitch	25
Komai (Япония)	KWT 300	300	2565	Pitch	160
Gamesa (Испания)	G58	850	906	Pitch	300

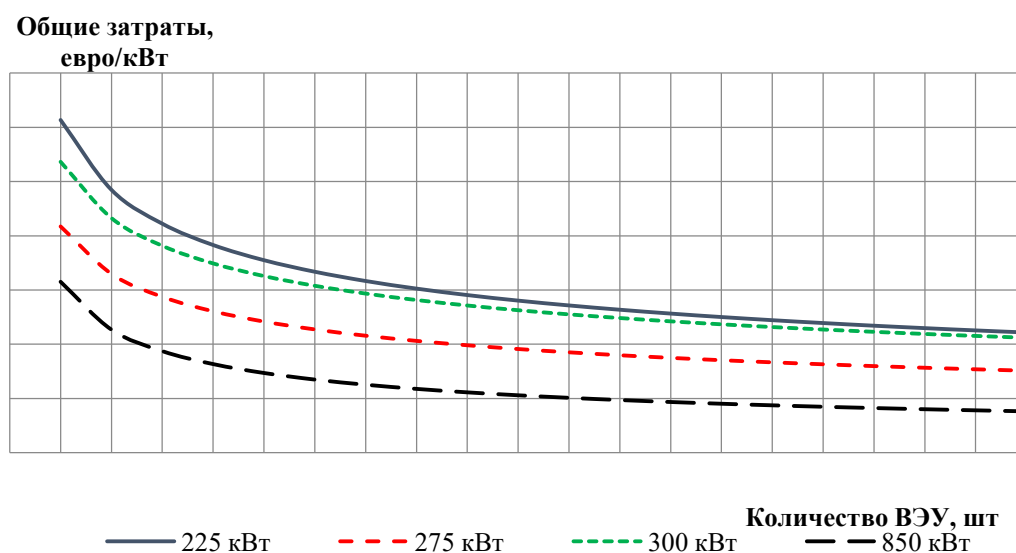
Стоимость доставки ВЭУ, электротехнического оборудования, специальной техники зависит от следующих факторов: страны – изготовителя ВЭУ, отдаленности площадки строительства ВЭС от порта, развитости транспортных путей и логистики и т. д. Окончательно величину стоимости доставки можно определить после запросов компаниям – экспедиторам, занимающимися международными и внутрироссийскими перевозками грузов.

В проектно-изыскательные работы (ПИР) входят:

- инженерно-геодезические работы;
- инженерно-геологические работы;
- проектные работы.

Для определения стоимости ПИР необходимо получить коммерческие предложения от различных компаний, занимающихся инженерными изысканиями. В зависимости от типа ВЭУ и их количества возможно удорожание ПИР в связи с увеличением количества точек бурения при инженерно-геологических работах и т. д.

На рисунке представлены осредненные по пяти ВДК составляющие удельных капиталовложений ВЭС с количеством ВЭУ от одного до двадцати фирм Aeronautica Windpower, Vergnet, Komai, Gamesa. Анализ полученных результатов выявил эмпирические зависимости общих суммарных затрат (евро/кВт) в проект от количества рассматриваемых моделей ВЭУ разных фирм-производителей.



Основные удельные капиталовложения в проект в зависимости от количества ВЭУ различных фирм-производителей

Основные удельные капиталовложения в проект, в зависимости от количества ВЭУ различных фирм-производителей, представлены на рисунке. Выявлено, что зависимость удельных затрат ВЭС в составе ВЭУ фирмы Vergnet (с установленной мощностью 275 кВт) лежит ниже, чем зависимость удельных затрат ВЭС в составе ВЭУ фирмы Komai (с установленной мощностью 300 кВт). Это связано с несерийным производством ВЭУ фирмы Komai и конструктивными особенностями (двухлопастная, самоподъемная) ВЭУ фирмы Vergnet.

Анализ составляющих удельных затрат (СМР, ПИР, доставки) выявил, что стоимость СМР и доставки для ВЭУ фирмы Komai существенно выше, чем у ВЭУ фирмы Vergnet за счет повышенной стоимости строительства фундамента под ВЭУ (следовательно, и повышенной стоимости доставки за счет большего объема материалов для строительства фундамента), монтажа ВЭУ на площадке строительства, высокой стоимости аренды кранов (см. табл.).

В результате проделанной работы были получены эмпирические зависимости, позволяющие определить удельные капитальные затраты ВЭС и их составляющие от количества ВЭУ с различной установленной мощностью до 1 МВт на полуострове Камчатка.

#### Список использованных источников

1. Дерюгина Г. В., Малинин Н. К., Пугачев Р. В., Шестопалова Т. А. Основные характеристики ветра. Ресурсы ветра и методы их расчета: учебное пособие. – М. : Изд-во МЭИ, 2012. 260 с.

УДК 621.039

## **ПРИМЕНЕНИЕ КАРБИДА БОРА В СТЕРЖНЯХ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ИННОВАЦИОННЫХ РЕАКТОРОВ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ**

## **APPLICATION OF BORON CARBIDE IN THE RODS SYSTEM CONTROL AND PROTECTION OF INNOVATIVE FAST NEUTRON REACTORS**

Бибик И. С., Вальцева А. И.

Томский политехнический университет, г. Томск  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
ira.bibik.95@mail.ru

Bibik I. S., Valtseva A. I.  
Tomsk Polytechnic University, Tomsk  
Ural Federal University, Ekaterinburg