

УДК 629.514
Б 69

ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОРСЬКОЇ ЕНЕРГОВОДНЕДОБУВНОЇ ПЛАТФОРМИ

В. С. Блінцов, д-р техн. наук, проф.;
Ю. М. Запорожець, канд. техн. наук, доц.;
Ж. Ю. Буруніна, канд. техн. наук;
П. С. Куценко, інженер

Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Анотація. Виконано попередню оцінку перспектив створення трьох варіантів морських енерговодорододобувних платформ для роботи в умовах Чорного моря. Показана можливість створення гібридних комплексів енергоживлення для таких платформ на базі одночасного використання вітрової, сонячної та хвильової енергії.

Ключові слова: морська воднедобувна платформа, вітрова електростанція, сонячна електростанція, хвильова електростанція, електролізер, продуктивність.

Аннотация. Выполнена предварительная оценка перспектив создания трех вариантов морских энерговодорододобывающих платформ для работы в условиях Черного моря. Показана возможность создания гибридных комплексов энергопитания для таких платформ на базе одновременного использования ветровой, солнечной и волновой энергии.

Ключевые слова: морская водорододобывающая платформа, ветровая электростанция, солнечная электростанция, волновая электростанция, электролизер, продуктивность.

Abstract. The preliminary assessment of prospects creation regarding three versions of sea hydrogen production platforms in order to work in Black Sea conditions is carried out. The possibility of construction of hybrid power supply complexes for sea platforms based on simultaneous usage of wind, solar and wave energy is shown.

Keywords. sea hydrogen production platform, wind power plant, solar power plant, wave power plant, electrolyzer, efficiency.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Однією з галузей науки і техніки, яка сьогодні бурхливо розвивається, є альтернативна енергетика. Світові тенденції розвитку нових джерел відновлюваної енергії обумовлені двома найбільш суттєвими факторами: скороченням викопних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу) та негативними екологічними наслідками їх використання [16].

До таких альтернативних джерел енергії належить енергія Світового океану: енергія руху морської води (морських течій, хвиль, приливів і відливів та ін.); сонячна та вітрова енергія над водною поверхнею; електрохімічна й біохімічна енергія морської води тощо [3, 5].

Останнім часом спостерігається тенденція до комплексного використання основних видів енергії Світового океану шляхом створення морських комплексних

енергоустановок у складі хвильових (ХЕС), сонячних (СЕС) та вітрових (ВЕС) електростанцій. Вироблювана енергія від таких енергоустановок передається до берегових споживачів по підводному кабелю або використовується для виробництва екологічно чистого пального — водню [12, 20]. Оскільки воднева енергетика є перспективним напрямком розв'язання глобальної енергетичної кризи [6], доцільно розглянути особливості її реалізації з позицій суднобудування, а саме створення морських енерговоднедобувних платформ для їх використання на Чорному морі.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На цей час просування вітроенергетичних станцій в офшори набуло значних масштабів, що спонукало провідні фірми цієї галузі (Vestas, Repower) будувати для монтажу вітроустановок у морі спеціалізовані судна, кількість яких щороку збільшується [22].

Інший підхід розглянуто в статті [2], в якій щодо енергозабезпечення о-ва Зміїний проаналізовано можливість використання для морських вітросилових установок залізобетонних основ. Вітроустановку потужністю 600 кВт на щоглі висотою 60 м запропоновано встановити на заглибній платформі у вигляді плавучої композитної споруди з трьох корпусів, з'єднаних сталевими естакадами. На місці експлуатації платформу передбачається зафіксувати на деякій відстані від острова за допомогою стабілізуючих колон. Наведені розрахунки підтверджують довготривалу міцність і стійкість конструкції до агресивного впливу морської води та дії хвильового і льодового навантаження.

Проте, орієнтуючись на максимально ефективне та комплексне використання відновлюваних енергоресурсів

шельфової зони, в першу чергу, вітрових, сонячних та хвильових, доцільно розглядати більш широке функціональне призначення морських платформ описаного типу та передбачати їх облаштування засобами перероблення отриманої енергії в універсальний транспортний енергоносій — водень.

У такому разі морська платформа, оснащена відповідним обладнанням, набуває властивості справжнього промислового майданчика з видобутку й переробки енергії навколишнього середовища та виробництва, складування й транспортування водню. При цьому важливою перевагою зазначеної конструкції є модульність, яка дає можливість складання платформ теоретично будь-яких розмірів з окремих великогабаритних частин шляхом приєднання до базового понтона понтонів-приставок або з'єднання в єдиний блок типових модулів на плаву без застосування підводних робіт [11].

Такий підхід окреслює цілий ряд специфічних умов, які необхідно враховувати при визначенні основних архітектурно-компонувальних рішень та принципових конструктивних параметрів зазначених споруд. До головних з них віднесемо габаритні розміри, водотоннажність, осадку і продуктивність за воднем.

МЕТА РОБОТИ — аналіз перспектив створення та визначення основних характеристик морської енерговоднедобувної платформи з первинними вітровими, сонячними та хвильовими джерелами енергії для експлуатації на Чорному морі.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Морська енерговоднедобувна платформа (МЕВП) може бути виконана у двох варіантах:

у стаціонарному, який передбачає розміщення на платформі крім водне-

добувного обладнання ще й турбогенераторів як споживачів водню, за допомогою яких у морських умовах виробляється електроенергія і по підводних кабелях передається до берегової електромережі;

в автономному, який передбачає тільки вироблення водню, а його використання організується на берегових енергокомплексах, куди водень доставляється спеціальними суднами.

У статті розглядається другий (автономний) варіант, більш доцільний за наступними перевагами:

відсутність обмежень щодо відстані розміщення платформ від найближчої ділянки узбережжя;

відсутність вимог щодо стаціонарної фіксації МЕВП в якійсь певній точці (як у публікації [2]) і можливість її перестановок у межах обраної акваторії.

Остання перевага актуальна щодо випадку невеликого вибору (Велика Британія) прибережних акваторій для розгортання потужних (понад 400 МВт) офшорних вітроелектростанцій зі стаціонарними шоглами, в яких вітровий режим зміг забезпечити генерацію енергії лише на чверть встановлених потужностей [8]. Тому можливість пересування (у тому числі й сезонного) платформи надає їй додаткові ринкові переваги.

Проте вибір способу пересування — самохідний рух або буксирування — має визначатися з урахуванням усіх інших умов експлуатації, зокрема економічних (збільшення складності й собівартість платформи через розміщення на ній силової рушійної установки чи появи додаткових витрат на буксирування).

Разом з тим вимога надійного закріплення МЕВП на місці її тривалої експлуатації залишається пріоритетною і потребує застосування якірних систем утримання, отже й оснащення такої платформи відповідними механізмами.

Зазначені умови не є новаціями, вони добре відомі завдяки створенню за часів СРСР плавучих електростанцій «Северное сияние», що можуть вважатися аналогом для МЕВП [14]. Разом з тим вже існують й експлуатуються плавучі вітрові та сонячні електростанції [17, 18].

Наступний пакет умов побудови МЕВП пов'язаний безпосередньо з конструктивними й експлуатаційними характеристиками вітрових, сонячних та енергохвильових агрегатів, які входять до складу платформ.

Розглянемо їх більш детально.

Відомо, що для спільно працюючих вітрогенераторів обмежувальним фактором є мінімальна відстань $\Delta_{\text{в}}$ між їхніми опорами (баштами) [3], тому питання щодо можливості встановлення на одній морській платформі декількох вітряків сумарною встановленою потужністю $P_{\text{вЕС}}$ зводиться до їх забезпечення необхідною площею палуби МЕВП для розміщення та експлуатації.

Відомо, що встановлена потужність СЕС $P_{\text{СЕС}}$ визначається на підставі річної кількості годин сонячного світла в зоні розміщення сонячної установки [10].

У разі розташування МЕВП на шельфі поблизу лінії «гирло Дунаю – мис Тарханкут» вона потрапляє в зону, де кількість сонячних годин на рік сягає 2400 і більше [1], тобто понад чверті (27%) річного балансу годин. Тоді встановлена потужність СЕС має бути вчетверо більшою від розрахункової, що відповідає значенню коефіцієнта використання потужності окремого сонячного модуля 0,27.

Потужність ХЕС $P_{\text{ХЕС}}$ прямо пропорційна площі водної поверхні, з якої знімається хвильова енергія. Тому при застосуванні пересувних ХЕС, побудованих за найбільш апробованими схемами [21], ефективність їх застосування також буде пов'язана з площею, обмеженою розмірами МЕВП.

Таким чином, певні рамки або діапазони варіацій головних вимірів МЕВП ($L \times B \times H$) зумовлюються заданою потужністю встановленого енергогенеруючого устаткування $P_{\text{МЕВП}} = P_{\text{ВЕС}} + P_{\text{СЕС}} + P_{\text{ХЕС}}$ та продуктивністю МЕВП за воднем $Q_{\text{МЕВП}}$. Величина $Q_{\text{МЕВП}}$ забезпечується роботою бортового воднедобувного обладнання (електролізера та його апаратного забезпечення — від системи водопідготовки до ємностей для зберігання водню) зі споживаною потужністю $P_{\text{Н}}$.

У загальному вигляді рівняння існування МЕВП з енергетики записуватиметься як

$$P_{\text{МЕВП}} = P_{\text{ВЕС}} + P_{\text{СЕС}} + P_{\text{ХЕС}} \geq P_{\text{Н}} + P_{\text{К}} + P_{\text{Д}} \quad (1)$$

де $P_{\text{К}}$ — споживана потужність навігаційно-керуючого обладнання МЕВП (навігаційних вогнів, якірного обладнання, систем автоматики встановленого енергетичного обладнання тощо); $P_{\text{Д}}$ — споживана потужність до-

поміжного обладнання МЕВП (аварійного, систем життєзабезпечення тощо).

Мінімальна площа S палуби МЕВП, яка необхідна для розміщення n вітряків, залежить від взаємного їхнього розташування на платформі. Далі розглянемо три найбільш поширені варіанти розміщення вітряків: рівностороннім трикутником, квадратом та шестикутником, позначаючи величини, які характеризують МЕВП окремого варіанта відповідно індексами «Т», «К» і «Ш».

Проаналізуємо однопалубну МЕВП, конструкція якої передбачає установа вітряків на кутах палуби, а також розміщення СЕС, технологічного, навігаційно-керуючого і допоміжного обладнання. На рис. 1 показана схема розташування обладнання на МЕВП трикутної (а), квадратної (б) і шестикутної (в) форм.

Палуба МЕВП спирається на понтони, між якими розташовані модулі ХЕС (на рис. 1 не показані).

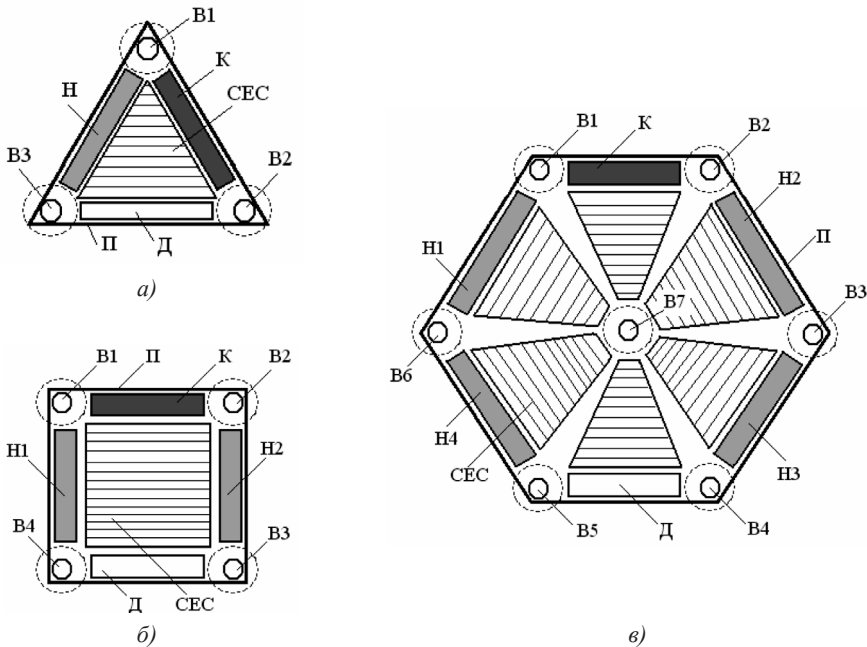


Рис. 1. Варіанти конструкції морської енерговоднедобувної платформи: В1–В6 — вітряки; Н1–Н4 — воднедобувне обладнання; К — навігаційно-керуюче обладнання; Д — допоміжне обладнання; П — платформа

Тоді площу палуби $S_{Т,К,Ш}$ для кожного з розглянутих варіантів МЕВП знайдемо з таких виразів:

$$S_{Т} = \frac{\sqrt{3}}{4} (k_w D_w)^2; S_{К} = (k_w D_w)^2;$$

$$S_{Ш} = \frac{3\sqrt{3}}{2} (k_w D_w)^2,$$

де $k_w = \Delta_w / D_w$ — коефіцієнт, що характеризує крок установлення опор вітряків (зазвичай беруть $k_w = 3 \dots 5$ [23]); Δ_w — дистанція між опорами вітряків; D_w — діаметр робочого колеса вітряка.

Відповідно для порівняльного аналізу варіантів побудови МЕВП будемо оперувати множиною кількості вітряків $N = \{n_T; n_K; n_{Ш}\} = \{3; 4; 7\}$ (для варіанта «Ш» сьомий вітряк розміщуємо у центрі палуби МЕВП, тому $n_{Ш} = 7$).

Тоді вільна площа палуби $S_{СЕС}$ для розміщення модулів СЕС з урахуванням площ, необхідних для розташування устаткування ВЕС ($S_{ВЕСi} = n_i S_w$), воднедобувного ($S_{Нi} = e_i S_H$), навігаційно-керуючого (S_K) та допоміжного (S_D) обладнання, може бути обчислена за виразом

$$S_{СЕСi} = S_i - S_{ВЕСi} - S_{Нi} - S_K - S_D$$

де $i = Т, К, Ш$; $n_i \in N$; s_w, s_H — відповідно площі для розміщення одного вітряка та одного електролізера; e_i — кількість електролізерів, встановлених на МЕВП.

Тут попередньо прийнято, що площі для розміщення навігаційно-керуючого та допоміжного обладнання не залежать від потужності воднедобувного обладнання та від варіанта платформи.

Щодо площі під платформою для розміщення модулів ХЕС, то з урахуванням площі підтримуючих понтонів S_p її можна орієнтовно обчислити за залежністю

$$S_{ХЕСi} = S_i - m_i S_p$$

де m_i — кількість понтонів, на яких встановлено платформу.

Виходячи з практики побудови підтримуючих понтонів для офшорних ВЕС, розташовуємо їх під баштами вітряків. Тоді маємо відношення $m_i = n_i$. Щодо значення S_p , то воно суттєво залежить від маси МЕВП та обраної осадки понтонів.

Тепер виконаємо оцінку електричної потужності, яку можна отримати від вітрової, сонячної та хвильової електростанцій, розташованих на МЕВП розглянутих конструкцій.

Розрахунок середньорічної потужності ВЕС проводимо за наступним співвідношенням:

$$P_{ВЕСi} = n_i K_B P_B$$

де K_B — коефіцієнт використання встановленої потужності P_B окремого вітряка протягом року.

Числове значення коефіцієнта K_B залежить від вітрового режиму в районі експлуатації МЕВП і потребує подальшого визначення. Для попередніх розрахунків будемо використовувати його значення для суші: згідно з дерелом [5] $K_B = (0,30 \dots 0,42)$, а за середнє можна взяти $K_B = 0,35$.

Розрахунок потужності СЕС можна виконати за наступним співвідношенням:

$$P_{СЕСi} = k_C K_C P_C S_{СЕСi} / s_C$$

де k_C — коефіцієнт заповнення площі палуби МЕВП сонячними модулями (фотобатареями), який залежить від особливостей їх конструкції і коливається у межах $0,7 \dots 0,8$ [13]; K_C — коефіцієнт використання встановленої потужності P_C окремого сонячного модуля (як зазначено вище, для Чорного моря беремо $K_C = 0,27$); P_C — проектна потужність окремого сонячного модуля СЕС; s_C — площа палуби платформи, необхідна для розміщення одного сонячного модуля.

Аналогічну структуру має вираз для визначення середньорічної потужності ХЕС:

$$P_{\text{ХЕС}i} = k_x K_x P_x S_{\text{ХЕС}i} / s_x,$$

де k_x — коефіцієнт заповнення площі водної поверхні під МЕВП модулями ХЕС, який залежить від особливостей їх конструкції і коливається у межах 0,4...0,5; K_x — коефіцієнт використання встановленої потужності P_x окремого модуля ХЕС (згідно зі статистичними характеристиками хвиль для Чорного моря [4] беремо $K_x = 0,2$); P_x — проектна потужність окремого модуля ХЕС; s_x — площа водної поверхні, яку займає один модуль ХЕС.

Суттєвим фактором, який впливає на визначення головних вимірів МЕВП, є маса окремої гондоли з вітроколесом і висота щогли (чи башти), де її встановлено, оскільки це спричиняє значне підвищення центра маси, отже зменшення метацентричної висоти й відповідно остійності МЕВП.

Проте головною умовою компонування МЕВП залишається забезпечення достатнього запасу плавучості платформи, завантаженої масою основного енергетичного і воднедобувного устаткування, допоміжного виробничого обладнання, а також власних технологічних засобів і засобів живучості. Іншими словами, загальна маса всього змонтованого, надбудованого і вміщеного вантажу визначає необхідну вантажопідйомність такої споруди, в той час як вказані вище фактори щодо головних вимірів платформи з урахуванням маси корпусних конструкцій визначають її водотоннажність.

Досягнення раціонального співвідношення між ними за сукупністю вирішальних факторів, перекладених на фінансові виміри, і складає, власне, сутність архітектурно-компонувальної задачі.

Для попередньої оцінки характеристик розглянутих варіантів МЕВП використовуємо наступне енергетичне обладнання:

вітрогенератори фірми «Конкорд» ТГ-1000 потужністю 1,0 МВт з вітроколесом $D = 58$ м на опорі висотою 48 м та площею основи $s_w = 16$ м² [9];

сонячні модулі типу KV180W/24V виробництва Київського заводу «Квазар» потужністю 180 Вт і розмірами 1,585×0,805 м ($s_c = 1,276$ м²) [13];

модулі хвильових електростанцій роторного типу з гнучкими енергопоглинаючими елементами (проект Національного університету кораблебудування) потужністю 250 кВт та робочою площею акваторії $s_x = 500$ м² [19];

електролізери типу БЭУ-125 виробництва ТОВ «Промислова компанія «Уральські заводи» споживаною потужністю 0,625 МВт, розмірами 10,7×8,3 м і продуктивністю за воднем 125 нм³/год [15].

При розрахунках наближено приймаємо, що з урахуванням доступу та обслуговування енергетичного обладнання необхідно виділити наступні площі палуби для його розміщення: для одного вітряка $s_w = 100$ м², для одного електролізера $s_{\text{ел}} = 200$ м².

Для всіх варіантів МЕВП беремо наступні площі для розміщення навігаційно-керуючого та допоміжного обладнання: $S_k = 200$ м²; $S_d = 200$ м². Площу підтримуючого понтона $S_p = 400$ м² визначаємо виходячи з рекомендацій [7].

Крім того, враховуючи співвідношення площ палуби розглянутих варіантів МЕВП, беремо наступну кількість e_i встановлюваних електролізерів: $e_T = 2$; $e_K = 5$; $e_{\text{III}} = 11$.

У табл. 1 наведено результати розрахунку площ та потужностей джерел енергії, розташованих на МЕВП, а також її продуктивності за воднем. При розрахунках бралися нижні (гірші) значення коефіцієнтів k_c та k_x .

Таким чином, виходячи з рівняння існування МЕВП з енергетики (1), констатуємо, що всі розглянуті варіанти її

Таблиця 1. Результати попередньої оцінки варіантів морської енерговоднедобувної платформи

Тип МЕВП	Трикутна	Квадратна	Шестигранна
$S_{Т,К,Ш}$, м ²	13109,5	30276,0	78657,0
$S_{ВЕС}$, м ²	300,0	400,0	600,0
$P_{ВЕС}$, МВт	1,05	1,40	2,45
$S_{СЕС}$, м ²	12009,5	28676,0	76557,0
$P_{СЕС}$, МВт	0,320	0,759	2,009
$S_{ХЕС}$, м ²	11909,5	28276,0	76557,0
$P_{ХЕС}$, МВт	0,46	1,14	3,02
$P_{МЕВП}$, МВт	1,830	3,299	7,479
$Q_{МЕВП}$, нм ³ /год	250,0	625,0	1375,0
$P_{Н}$, МВт	1,250	3,125	6,875
Проектний залишок електроенергії МЕВП, МВт	0,6 (32%)	0,174 (5,3%)	0,604 (8,1%)

побудови є реально досяжними, проте мають різну ефективність (для більш точних результатів можна варіювати кількістю електролізерів чи обирати інші типи електролізерів).

Розглянуті варіанти побудови МЕВП можуть бути реалізовані у вигляді плавучої збірної залізобетонної споруди, складеної з однакових понтонів, які розміщено на однакових відстанях, з'єднано між собою естакадами і покрито настилом, що утворює верхню палубу. Визначені площі варіантів платформи дають змогу розташувати на її палубі гібридний енергетичний комплекс у складі ВЕС, СЕС та ХЕС потужністю 1,83, 3,299 та 7,479 МВт відповідно, які забезпечують роботу електролізних установок продуктивністю за воднем відповідно 250, 625 і 1375 нм³/год.

Беручи до уваги, що протягом року будуть мати місце перерви та вимушені простой в роботі МЕВП, річна кіль-

кість продуктивних годин (при цілодобовій роботі) складатиме біля 7000 год. Тоді річний обсяг виробництва водню на платформі складатиме 1,75, 4,375 і 9,625 млн нм³ відповідно.

ВИСНОВКИ

Розроблено аналітичні залежності для попередньої кількісної оцінки площі палуби та потужності енергетичного обладнання морської енерговоднедобувної платформи, на основі яких виконано розрахунок характеристик трьох варіантів морської енерговоднедобувної платформи та показано перспективність їх створення для роботи в умовах Чорного моря.

Показана можливість створення гібридних комплексів енергоживлення для таких платформ на базі одночасного використання вітрової, сонячної та хвильової енергії, що забезпечить виробництво водню в обсягах від 1,750 до 9,625 млн нм³ на рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України [Текст] / НАН України. — К. : Ін-т електродинаміки, 2007. — 41 с.
- [2] **Батюкова, А. В.** Разработка железобетонного основания морской ветросиловой установки [Текст] / А. В. Батюкова, В. С. Ухо, В. И. Конов // 36. наук. праць НУК. — Миколаїв : НУК, 2009. — № 2 (425). — С. 51–56.

- [3] **Безруких, П. П.** Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии [Текст] / П. П. Безруких, Д. С. Стребков. — М. : ГНУ ВИЭСХ, 2005. — 264 с.
- [4] Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР [Текст] : Том IV. Черное море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия ; под ред. А. И. Симонова, Э. Н. Альтмана. — С.Пб. : Гидрометеиздат, 1991. — 429 с.
- [5] Енергоефективність та відновлювані джерела енергії [Текст] / під заг. ред. А. К. Шидловського. — К. : Українські енциклопедичні знання, 2007. — 560 с.
- [6] **Кузык, Б. Н.** Россия: стратегия перехода к водородной энергетике [Текст] / Б. Н. Кузык, Ю. В. Яковец. — М. : Институт экономических стратегий, 2007. — 350 с.
- [7] **Лукьянова, И. Э.** Понтоны для резервуаров со стационарной крышей [Текст] / И. Э. Лукьянова // Нефть и газ : межвуз. сб. науч. трудов. 1997. — Вып. 1. — С. 173–174.
- [8] Оффшорные ветровые турбины Великобритании могут остаться не у дел [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.cheburek.net/energiya-vetra/offshornye-etrovyye-turbiny-velikobritanii-mogut-ostatsya-ne-u-del.html>.
- [9] Проектно-конструкторское технологическое бюро «КОНКОРД» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://wind.dp.ua/download/tg1000.pdf>.
- [10] **Прохоров, И. Ю.** Фотоэнергетика и водородная энергетика: возможности и достижения [Текст] / И. Ю. Прохоров, Г. Я. Акимов // Наука та інновації. — 2009. — Т. 5, № 6. — С. 11–24.
- [11] **Слуцкий, Н. Г.** Особенности проектирования и строительства композитных плавучих доков большой подъемной силы [Текст] / Н. Г. Слуцкий, В. Н. Конов, А. С. Рашковский // Безопасность мореплавания и ее обеспечение при проектировании и постройке судов (БМС–2007) : материалы междунар. науч.-техн. конф. — Николаев : НУК, 2007. — С. 9–12.
- [12] **Старостин, М. М.** Альтернативная морская энергетика [Текст] / М. М. Старостин, А. А. Радин, В. Ю. Цибульский // Энергия: экономика, техника, экология. — 2010. — № 4. — С. 26–30.
- [13] Технические параметры и цены. Солнечные модули [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://solarwind.net.ua/solar.html>.
- [14] **Уваров, С. Н.** Передвижные электрические станции большой мощности [Текст] / С. Н. Уваров. — Л. : Энергия, 1977. — 159 с.
- [15] Электролизеры [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://uralzavod.com.ua/products/electrolyzers>.
- [16] Энергетические ресурсы мира [Текст] ; под ред. П. С. Непорожного, В. И. Попкова. — М. : Энергоатомиздат, 1995. — 232 с.
- [17] AQUASUN System Puts Floating Solar Panels on Bodies of Water [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gizmag.com/aquasun-floating-solar-panel-system/18008>.
- [18] **Beuskens, Jos.** Converting Offshore Wind into Electricity [Text] / Jos. Beuskens // The Netherlands' contribution to offshore wind energy knowledge (We@Sea research program 2004-2010). — Netherland, 2011. — 160 p.
- [19] **Blintsov, V.** Design Problems of Creation of Wave Power Stations [Text] / V. Blintsov, S. Gertov // Renewable Energy Based Units and Systems. — St. Petersburg, Russia, June 25–28, 2006. — P. 48–50.

- [20] **Charlier, Roger Henri.** Ocean energies: environmental, economic, and technological aspects of alternative power sources [Text] / Roger Henri Charlier, John R. Justus. — London : Elsevier Science, 1993. — 554 p.
- [21] **Cruz, Joao.** Ocean Wave Energy: Current Status and Future Perspectives [Text] / Joao Cruz. — Berlin : Springer, 2008. — 443 p.
- [22] **Rose, Chris.** A question of supply [Text] / Chris Rose // Wind directions. — 2010. — Vol. 29, № 5. — P. 21–24.
- [23] Wind Energy [Text] / T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi. — NY : Wiley, 2011. — 780 p.