

сточных вод предприятий различных отраслей экономики на выпусках в поверхностные водные объекты.

Ключевые слова: система мониторинга, поверхностные воды, аквальные ландшафты, водная экосистема, биотестирование, хроническая токсичность, предельно допустимый уровень токсичности, сточные воды.

Надійшла до редколегії 12.06.2013

УДК 911 + 502.174.3 + 620

Молодан Я. Є.

*Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна*

ОСОБЛИВОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА КОМПОНЕНТИ ЛАНДШАФТУ

Ключові слова: компоненти ландшафту, вітроелектрична станція (ВЕС), вітряна турбіна, оцінка життєвого циклу

Вступ. Виробництво і використання енергії має значний вплив на навколишнє середовище, а іноді більший, ніж будь-який інший вид людської діяльності. Забруднення повітря та води, розливи нафти, утворення радіоактивних відходів – це лише деякі з багатьох згубних наслідків використання традиційних джерел енергії – викопного мінерального палива, ядерної енергії [1].

Використання відновлюваних джерел енергії, наприклад, енергії вітру, дозволяє уникнути багатьох з цих проблем, проте може мати інші впливи на навколишнє середовище, які можуть виникати як під час роботи вітрової електростанції, так і під час її установки чи утилізації після закінчення строку експлуатації, тобто на всіх етапах її життєвого циклу.

Оцінювання потенційних впливів вітрової електричної станції (ВЕС) на навколишнє природне середовище є необхідним при проведенні проектних робіт, виборі будівельних матеріалів, безпосередньо при будівництві, експлуатації і технічному обслуговуванні майбутнього вітропарку [2], оскільки дозволить зменшити або зовсім виключити шкідливі наслідки для компонентів ландшафту.

Метою є аналіз та оцінювання впливу вітроенергетичних установок (ВЕУ) на всіх етапах їх життєвого циклу на компоненти ландшафту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день метод оцінювання життєвого циклу (Life-Cycle assessment, LCA), що ґрунтується на серії ISO-стандартів [3], є одним з провідних методів оцінки потенційних впливів ВЕС на навколишнє середовище. Такий підхід був використаний у дослідженнях європейських вчених В. Cleary і ін. [4], Е. Martinez і ін. [5], Ch. Ghenai [6], Т. Toth і ін. [7] та у роботі російських вчених Б. В. Єрмоленка і ін. [8], а також одним з найбільших виробників вітряних турбін – датською компанією Vestas [9].

Узагальнюючи досвід попередніх досліджень [4-8], було виділено п'ять етапів життєвого циклу вітряних турбін:

1. *Виробництво*. Включає в себе виробництво сировини (бетон, алюміній, сталь, скловолокно і т. д.) для виготовлення складових частин турбіни.

2. *Транспортування*. Охоплює перевезення сировини для виробництва різних компонентів вітряної турбіни, доставку складових частин на місце установки під час монтажу та необхідне переміщення транспорту під час обладнання вітропарку.

3. *Установка і монтаж*. Включає в себе роботи по зведенню та встановленню вітряних турбін.

4. *Експлуатація та технічне обслуговування*. Найтриваліший етап, що охоплює період роботи вітряної турбіни, заміни масла і мастил та використання транспорту для технічного обслуговування.

5. *Демонтаж*. Передбачає остаточне закриття вітрового парку після закінчення терміну його експлуатації і подальшу утилізацію утворених відходів.

Аналіз літературних джерел також дозволив виявити, що проблемами альтернативної енергетики переважно займаються у технічному плані, вивчаючи питання подальшого вдосконалення конструкцій і технологій використання вітроенергетичних установок, а з економічної точки зору розглядають економічну ефективність використання енергії вітру. Однак, слід зауважити, що питання впливу об'єктів вітроенергетики на компоненти навколишнього середовища висвітлені недостатньо і у наукових дослідженнях географів практично не розглядаються.

Результати дослідження та їх аналіз. До 2011 року розвиток вітроенергетики України здійснювався за рахунок бюджетних коштів в рамках державної Комплексної програми будівництва вітроелектростанцій. Проте, останні два роки будівництво нових об'єктів відбувається за рахунок приватних інвестицій. Встановлена потужність вітроенергетики за 2011-2012 роки зросла майже в 3,5 рази, порівняно з 2010 роком і на кінець 2012 року склала 301,8 МВт.

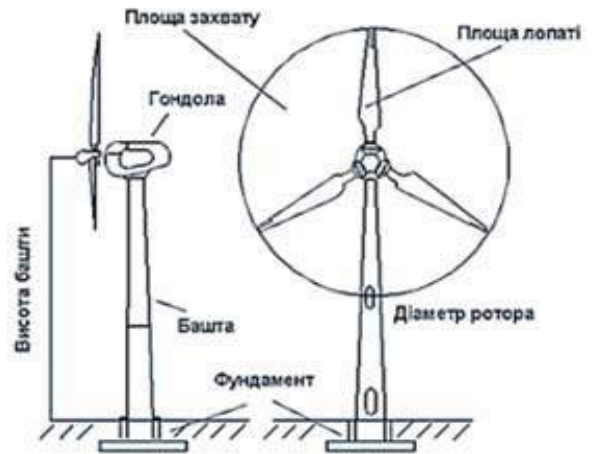
Розвитку вітроенергетики в Україні також повинна сприяти наявність власного виробництва сучасних вітряних турбін мегаватного класу, яке розпочалося у липні 2012 року на ООО «Краматорський завод важкого верстатобудування» розпочалося виробництво вітряних турбін Fuhrlander FL 2500 (рис. 1), одиничною потужністю 2,5 МВт [10].

Дослідження впливу ВЕУ на компоненти навколишнього середовища були проведені з врахуванням багатьох параметрів, у т.ч. і технічних характеристик вищевказаних установок.

Типова вітряна турбіна складається з башти, гондоли, ротора, лопатей і фундаменту (рис. 2) [4]. Висота башти складає 100 метрів [10]. Всередині гондоли знаходяться основні складові частини (головний вал, коробка передач, генератор і трансформатор), які відповідають за перетворення механічної енергії обертання ротора в електричну, загальною масою 50 т.



**Рис. 1 – Вітряна турбіна FL 2500.
Вітровий парк «Новозовський»,
Україна**



**Рис. 2 – Принципова схема будови
вітряної турбіни**

Ротор складається з носового конусу, трьох лопатей і втулки, яка виготовлена з чавуну. Лопаті виготовлені з армованого волокном пластику – композитного матеріалу (препрегу), вкритого спеціальним захисним покриттям для поліпшення обтічності та попередження обмерзання. Довжина кожної лопаті – 50 метрів [10].

Фундамент для типової вітряної турбіни потужністю 2,5 МВт звичайно складається з 300-350 м³ бетону, армованого 35-45 т сталеві арматури, у вигляді блоку діаметром близько 20-25 м і глибиною 1,5-3,5 м, проте величина фундаменту може варіюватися залежно від розміру турбіни (потужності турбіни і висоти вежі) [5].

Аналізуючи будову та склад вітряних турбін, можна передбачити, що на етапі виробництва матеріалів та складових частин вітряної турбіни можуть виникати негативні для довкілля наслідки, які характерні і для енергетичного машинобудування, електротехнічної, металургійної, полімерної індустрії, промисловості будівельних матеріалів.

Загальна площа земельної ділянки, яку може займати вітрова електростанція, та довжина побудованих під'їзних шляхів можуть змінюватися в широких межах, залежно від особливостей майданчика та наявної інфраструктури.

За оцінками Національної лабораторії США з питань розвитку відновлювальної енергетики (NREL), необхідна площа в середньому коливається від 18 до 48 га на 1 МВт встановленої потужності, проте частка площ, які зазнають фізичного впливу, є дуже малою і становить 2-8 % території вітрового парку [11].

В розрахунках NREL розрізняються зони постійного і тимчасового впливу. Зони постійного впливу становлять 1-2% загальної площі і включають ділянки, на яких облаштовуються фундаменти вітрових турбін, під'їзні дороги, підстанції, службові споруди і інші елементи інфраструктури. Зони тимчасового впливу займають від 1 до 6 % території вітропарку і пов'язані з облаштуванням тимчасових доріг для потреб будівництва і місць зберігання будівельних матеріалів і обладнання. Ті ділянки майданчиків ВЕС, які залишились поза впливом будівництва,

можуть використовуватись для інших потреб, наприклад, для вирощування сільськогосподарських культур або для випасу тварин.

Етап транспортування включає в себе перевезення складових частин вітряної турбіни від місця їх виробництва до місця встановлення обладнання за допомогою важкої техніки – спеціалізованих вантажівок з причепами. Монтаж також передбачає роботу підйомних кранів та проведення земляних і будівельних робіт.

Діяльність транспорту, залежно від ґрунтових умов ділянки, може викликати ущільнення ґрунту, що в свою чергу призведе до зниження газо- і водообміну, ускладнення руху поживних речовин та живих організмів, погіршення проникності в результаті зменшення інфільтрації, збільшення поверхневого стоку і змиву ґрунту. Без належних заходів стоки з таких ділянок можуть посилити ерозійні процеси і викликати збільшення обсягів наносів до водних об'єктів. Видалення верхнього шару змінює профіль ґрунту, що може в подальшому перешкоджати рекультивації та сприяти посиленню водної та вітрової ерозії.

Вплив на навколишнє середовище на стадії установки та монтажу вітроустановки може відбуватися під час наступних процесів: реконструкція (розширення, укріплення та зміцнення за необхідності) або будівництво під'їзних доріг до ділянки; земельні роботи для обладнання фундаментів турбін; будівництво електричної підстанції, спорудження ліній електропередач; прокладення підземних кабельних ліній середньої напруги, які з'єднують кожен окрему турбіну з підстанцією, розташованою на території станції або поряд з нею; монтаж турбін за допомогою підйомно-транспортного і допоміжного обладнання для висотного будівництва [8].

Під'їзні дороги будуються для забезпечення доставки обладнання і турбін під час будівництва та доступу службового транспорту під час експлуатації ВЕС. Ширина доріг становить зазвичай 5-6 м з покриттям із щебеневого і гравійних матеріалів для забезпечення цілорічного доступу до майданчика. Процес будівництва нових та реконструкція існуючих під'їзних шляхів негативно впливає на природні компоненти ландшафту, оскільки руйнує і змінює природне середовище, призводить до втрати рослинності, тваринного світу, забруднення повітря через утворення дорожнього пилу під час руху транспорту дорогами з ґрунтовим покриттям, зміни режиму підземних та поверхневих вод. При спорудженні доріг обов'язково обладнується система дренажу, збору та відведення поверхневих і ґрунтових вод [5]. Для зменшення впливу на навколишнє середовище під'їзні дороги, за можливості, рекомендується споруджувати вздовж або замість існуючих польових доріг.

Найбільш трудомісткою частиною будівництва є розчищення і підготовка ділянки для вітропарку, земляні роботи та закладення фундаменту турбін. Початковий етап спорудження фундаменту полягає в розкопці котловану. Особлива увага під час земляних робіт повинна приділятися збереженню верхнього родючого шару ґрунту. Оскільки поверхня фундаменту залягає на 1 м нижче поверхні ґрунту, по закінченню

будівельних робіт проводиться рекультивація – зворотна засипка шару родючого ґрунту [7]. Всі рештки ґрунтового покриву використовуються на ділянці вітропарку, рівномірно розподіляються і розрівнюються у відповідності до рельєфу місцевості, у разі потреби знову засіваються дикою чи культурною рослинністю [8].

Хоча згідно з вимогами до будівництва вітряних турбін, фундамент не повинен досягати ґрунтових вод, така обставина повинна бути врахована, оскільки підвищення їх рівня може призвести до зниження стабільності фундаменту та зниження стійкості турбіни.

Виникнення застою води після опадів чи танення снігового покриву може викликати згодом заболочування, яке в свою чергу призводить до збільшення популяції комах. Для уникнення негативних наслідків під час будівництва повинен бути обладнаний належний дренаж, який протягом періоду експлуатації вітрового парку повинен підтримуватися у належному стані з метою вчасного відведення вод.

На етапі будівництва на територіях, суміжних з ділянкою, де розташована вітряна турбіна, обладнують будівельний майданчик розміром 35 м x 35 м під підйомний кран, а також площадку близько 90 м x 90 м для складування частин вітроенергетичної установки [4], які після встановлення турбіни демонтуються з метою відновлення порушеного ґрунто-рослинного покриву. Рекультивація земель сприятиме зменшенню поверхневого стоку, попереджуватиме змивання верхнього шару ґрунту та запобігатиме утворенню ерозійних форм рельєфу.

Для під'єднання вітряної турбіни до електричної підстанції прокладаються підземні кабелі на глибині від 1,5 до 5 м [4] з метою уникнення негативного візуального аспекту навколишнього ландшафту. При цьому порушуються ґрунти у межах ділянок прокладання кабелю та на суміжних територіях, задіяних під час будівництва. Все це значно збільшує площі негативного впливу і збільшує економічні витрати на наступну рекультивацію, що тягне за собою вже появу еколого-економічних проблем.

Для того, щоб звести до мінімуму використання земельних площ, конструкція вітряних турбін передбачає внутрішні трансформатори, а також підземні кабельні лінії електропередачі у межах вітрового поля, для того, щоб уникнути встановлення повітряних ліній електропередачі, що однак також може викликати цілу низку негативних впливів на компоненти ландшафту. Це, у першу чергу, можлива поява потужного електромагнітного поля, яке, за науковими дослідженнями фахівців, значно впливає на флору і фауну, порушуючи природну міграцію тварин, процеси росту рослин тощо.

Під час будівельно-монтажних операцій на місцеву біоту може впливати виробничий шум та вібрації, які спричинені роботою будівельного обладнання. Їх рівні відрізняються залежно від типу, моделі, розміру та стану обладнання; графіку робіт і характеристик ділянки, на якій виконуються роботи. Заходи зниження негативних впливів, що застосовуються будівельними організаціями, передбачають зменшення

шуму, створюваного машинами та устаткуванням, і використання віброгасників. Більшість будівельних робіт виконуються протягом дня, коли шум сприймається не так гостро завдяки ефекту фонового шуму. Рівні шуму уночі знижуються до рівня фонового шуму території розташування об'єкту або зовсім відсутні через відсутність робіт [8]. Згідно з законодавством України рівень шуму на межі житлової забудови (можна вважати фоновим) не може перевищувати 45 Дб з 23.00 до 7.00 і 55 Дб з 7.00 до 23.00 [12].

Будівельні роботи тривають протягом відносно недовгого часу (від 1 до 2 років) у порівнянні з експлуатацією вітряних турбін, і, відповідно, їх потенційні негативні впливи будуть мати тимчасовий та переривистий характер.

Етап експлуатації та технічного обслуговування майже не впливає на навколишнє середовище. Він передбачає технічні перевірки двічі на рік (перед і після зимової експлуатації) справності турбін та кабелів, заміни масла, мастила, їх транспортування до і від турбіни, а також ремонт чи заміна запасних частин механізмів. Технічному обслуговуванню підлягають також і під'їзні дороги, щоб забезпечити у будь-який момент часу доступ на майданчик вантажівок та важких кранів. Термін служби турбіни і внутрішніх кабелів встановлюються на період 20-25 років [4].

Етап демонтажу та утилізації передбачає застосування кранового обладнання для демонтажу всіх механічних вузлів та механізмів турбіни, ліній електропередач, електричних підстанцій, транспортування частин з території вітропарку до місця їх остаточного поховання. Всі ділянки, порушені під час експлуатації та демонтажу вітропарку підлягають рекультивативній діяльності для запобігання ерозії. У процесі виведення вітряної турбіни з експлуатації припускається, що фундамент залишиться на місці і буде покритий додатковим 20-30 см шаром родючих ґрунтів [9].

Крім того, цей етап включає подальшу обробку матеріалів шляхом їх переробки або депонування. Життєвий цикл вітряної турбіни закінчується, коли матеріали, що були для неї використані, готові для повторного застосування або остаточно складовані у вигляді відходів, що не підлягають утилізації. Слід відзначити, що більша частина вітряної турбіни підлягає переробці. Це є однією з переваг вітрової енергії в порівнянні з традиційною енергетикою.

Аналіз життєвого циклу вітряних турбін дозволив визначити види робіт, що можуть впливати на стан таких компонентів ландшафту, як ґрунтово-рослинний покрив, тваринний світ, водні об'єкти та атмосферне повітря. Можливі впливи та заходи щодо їх попередження чи пом'якшення було узагальнено у таблиці.

Слід зауважити, що життєвий цикл об'єктів вітроенергетики породжує неоднорідні за своїм впливом наслідки для компонентів ландшафту. Вітровий парк, як і будь-який інший об'єкт господарської діяльності, викликає зміни природних характеристик ландшафту та властивостей його компонентів, що призводить до формування техногенних геокомплексів. [13]

Таблиця – Вплив життєвого циклу вітряних турбін на стан компонентів ландшафту

Компоненти ландшафту	Потенційні впливи	Попереджувальні та пом'якшуючі заходи
<i>Транспортування</i>		
Грунтово-рослинний покрив	порушення ґрунтово-рослинного покриву, ущільнення ґрунту, забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами	мінімально необхідна довжина та ширина під'їзних шляхів, прокладання доріг вздовж або замість вже існуючих
Водні об'єкти	надходження завислих речовин, зливових стоків, зміни гідрохімічного режиму, змивання паливно-мастильних матеріалів з під'їзних шляхів	обладнання належного дренажу під під'їзними шляхами, очищення транспортних засобів, заборона заправки і технічного обслуговування транспортних засобів на території вітропарку
Тваринний світ	шум через присутність транспорту та людей, ураження чи смертність тварин під час зіткнення з транспортними засобами, зміна шляхів міграції, потрапляння інвазивних видів	обмеження руху транспорту на території вітропарку, мінімізація впливів на місцеві види, перевірка та очистка технічного обладнання від інвазивних видів
Атмосферне повітря	пил від транспортного устаткування, викиди в атмосферу (пара, вихлопні гази, незгорілі вуглеводні, паливні випари)	попереднє зволоження під'їзних шляхів, очищення коліс від бруду, обмеження швидкості руху, належне завантаження транспортних засобів, вчасне технічне обслуговування
<i>Установка і монтаж</i>		
Грунтово-рослинний покрив	видалення рослинності під час розчищення майданчика, зняття верхнього родючого шару, вітрова та водна ерозія, ущільнення, засолення, зміни у ґрунтовому профілі, забруднення ґрунтів будівельними матеріалами, вивільнення раніше забруднених ґрунтів, можливість зсувів	максимальне збереження рослинності, оптимальне розміщення парку на невикористовуваних землях, розподіл вилученого ґрунту територією вітропарку, стабілізація верхнього шару ґрунту і збереження існуючої рослинності, його засівання дикою чи культурною рослинністю, обладнання належного дренажу, рекультивація
Водні об'єкти	зміна гідрологічного режиму, замулювання поверхневих вод, можливий вплив на повеневий режим території	обладнання належного дренажу для управління поверхневим стоком, вплив на підземні води зовсім незначний або відсутній
Тваринний світ	фрагментація середовища проживання і посилення крайового ефекту, втрата природних ареалів, місць гніздування, харчування для птахів та рукокрилих, забруднення водних об'єктів призведе до знищення водних організмів, потрапляння інвазивних видів	будівництво ВЕС поза традиційними шляхами переміщенні птахів і рукокрилих, а також місцями існування диких тварин, що перебувають під охороною, перевірка та очистка технічного обладнання від інвазивних видів

Атмосферне повітря	запилення від транспорту та будівельного устаткування, викиди в атмосферу (пара, вихлопні гази, паливні випари)	використання методів боротьби з пилом, використання належного справного устаткування
Експлуатація та технічне обслуговування		
Ґрунтово-рослинний покрив	можливі проливи мастильних матеріалів під час заміни у двигуні вітрової турбіни	вплив короткостроковий, відбувається лише під час технічного обслуговування
Водні об'єкти	поверхневий стік, що містить частки паливно-мастильних матеріалів, протікання масла та мастила під час їх заміни у вітряних турбінах	вплив на поверхневі та підземні води незначний або зовсім відсутній
Тваринний світ	вібрація, шум, ураження кажанів та птахів під час зіткнення з турбінами, лініями електропередач, вплив на візуальне сприйняття оточуючого ландшафту, присутність транспорту та людей	постійний моніторинг впливів, за необхідності зміни у режимі роботи та експлуатації вітропарку у період міграції
Атмосферне повітря	шум, пил від транспортного устаткування	технічні удосконалення для зниження шуму під час роботи турбін
Демонтаж		
Ґрунтово-рослинний покрив	забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами	рекультивация, стабілізація верхнього шару ґрунту і збереження існуючої рослинності
Водні об'єкти	забруднення поверхневими стоками з території вітропарку, підвищення утворення осаду у водних об'єктах, забруднення водних об'єктів вуглеводнями від транспортних засобів	вплив на підземні води зовсім незначний або відсутній
Тваринний світ	перешкоджання вільному переміщенню та міграції видів через присутність транспорту та людей	вплив обмежений періодом проведення робіт
Атмосферне повітря	пил від транспортного та будівельного устаткування, вихлопні гази	попереднє зволоження під'їзних шляхів, обмеження швидкості руху, належне завантаження транспортних засобів

Дослідження процесів зародження, функціонування та занепаду ландшафтно-інженерних та ландшафтно-техногенних систем і їх впливу на навколишнє середовище, на думку проф. Г. І. Денисика, дозволить прослідкувати розвиток усіх притаманних цим системам процесів та виявити можливі наслідки. Оскільки деградація або навіть незначне порушення одного з природних компонентів ландшафту може призвести до значних змін у всьому ландшафтному комплексі, аж до його повного знищення, було вивчено можливі впливи об'єктів вітроенергетики на компоненти ландшафту на різних етапах життєвого циклу, узагальнення яких дозволило розробити попереджувальні та пом'якшуючі заходи щодо уникнення екологічних наслідків у майбутньому.

Висновки. 1. З технічної та економічної точок зору вітрова енергія є найбільш розвиненою та використовуваною формою відновлюваної енергії, а з екологічної – чинить найменший вплив на компоненти ландшафту. Вона може ефективно сприяти боротьбі зі змінами клімату і, в той же час, забезпечувати досягнення еколого-економічних та соціальних вигод.

2. Встановлено, що сучасні вітчизняні географи та ландшафтознавці не приділяють належної уваги впливу різних видів альтернативних джерел енергії на компоненти навколишнього середовища.

3. Визначено, що найбільш значні наслідки для навколишнього середовища зазвичай виникають на етапі транспортування, установки і монтажу вітряних турбін, а також видалення окремих складових чи всієї турбіни по закінченню терміну її експлуатації, в той час як етап безпосередньої експлуатації вітряної турбіни майже не відображається на стані навколишнього середовища.

4. Оцінка життєвого циклу дозволяє виявити потенційні впливи об'єктів вітроенергетики на компоненти ландшафту на всіх етапах його функціонування – від етапу видобутку корисних копалин для виготовлення складових частин до моменту повної утилізації вітрової турбіни після закінчення терміну її експлуатації, порівняно з традиційним підходом, який передбачає дослідження впливів об'єкту на довкілля під час його безпосередньої експлуатації.

Підводячи підсумок, важливо відзначити, що вітряні турбіни, безумовно, мають вплив на компоненти ландшафту, проте його можна звести до мінімуму за рахунок належного проектування і планування вітрового парку.

Список літератури

1. *Молодан Я. Є.* Проблеми електроенергетичної галузі України та їх вплив на стан навколишнього природного середовища // Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Матеріали I Всеукраїнської (з міжнародною участю) наук. конф. студентів, магістрантів, аспірантів та молодих вчених. – Харків : Вид-во ХНУ ім. В. Н. Карабіна, 2012. – С. 85-87.
2. ГКД 341.003.001.002-2000 Правила проектування вітрових електричних станцій.
3. ДСТУ ISO 14040:2004 Екологічне керування. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура.
4. *Cleary B.* Using life cycle assessment to compare wind energy infrastructure / B. Cleary, A. Duffy, A. O'Connor // Proceedings of International Symposium on Life Cycle Assessment and Construction. – 2012. – P. 31-39.
5. Life cycle assessment of a multi-megawatt wind turbine / E. Martinez, F. Sanz, S. Pellegrini [et.al] // Renewable Energy. – № 34 (3). – 2009. – P. 667-673.
6. *Ghenai Ch.* Life cycle analysis of wind turbine / Ch. Ghenai // Sustainable Development – Energy, Engineering and Technologies – Manufacturing and Environment. – 2012.
7. *Toth T.* Anthropogeomorphologic impacts of onshore and offshore wind farms / T. Toth, S. Szegedi // Acta climatologica et chorologica. – 2007. – № 40-41. – P. 147-154.
8. *Ермоленко Б. В.* Экологические аспекты ветроэнергетики / Ермоленко Б. В., Ермоленко Г. В., Рыженков М. А. // Теплоэнергетика. – 2011. – № 11 – С. 72-78.
9. Final Report. Life Cycle Assessment Of Electricity Production from a Vestas V112 Turbine Wind Plant. – 2011. <http://www.vestas.com>.
10. Немецкий энергоконцерн запустил производство ветрогенераторов в Украине [Електронний ресурс] Режим доступу до статті: <http://korrespondent.net/business/economics/1360446-nemeckij-energokoncern-zapustil-proizvodstvo-vetrogeneratorov-v-ukraine>.
11. Land-Use Requirements of Modern Wind Power

Plants in the United States / P. Denholm, M. Hand, M. Jackson, S. Ong // Technical Report NREL/TP-6A2-45834. – 2009. – 40 p. **12.** ДБН 360-92. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. **13.** Денисик Г.І. Регіональне антропогенне ландшафтознавство : Навч. посібник / Г. І. Денисик, О.В. Тімець – Вінниця : Едельвейс і К., 2010. – 168 с.

Молодан Я. Є. Особливості життєвого циклу вітроенергетичних установок як фактор впливу на компоненти ландшафту.

Встановлено, що життєвий цикл вітроелектричних станцій включає наступні етапи: виробництво, транспортування, установка і монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та демонтаж. Вивчено вплив кожного етапу на стан природних компонентів ландшафту. Визначено, що найбільшого впливу завдають етапи транспортування, установки і монтажу вітряних турбін, а серед компонентів ландшафту найбільше страждають ґрунтово-рослинний покрив та тваринний світ.

Ключові слова: компоненти ландшафту, вітроелектрична станція (ВЕС), вітряна турбіна, оцінка життєвого циклу

Molodan Ja. E. Wind turbine life cycle features as a factor affecting landscape components.

It was found, that the life cycle of wind power plant consists of the following stages: production, transport, installation and assembling, operation, maintenance and dismantling. The each stage influence on the natural components of the landscape has been studied. It was determined that the greatest impact have transportation, assembling and installation of wind turbines, and among landscape components most affected soils, vegetation and fauna.

Keywords: landscape components, wind power plant (WPP), wind turbine, life cycle assessment

Молодан Я. Е. Особенности жизненного цикла ветроэнергетических установок как фактор влияния на компоненты ландшафта.

Установлено, что жизненный цикл ветроэлектрических станций включает следующие этапы: производство, транспортировка, установка и монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание и демонтаж. Изучено влияние каждого этапа на состояние природных компонентов ландшафта. Определено, что наибольшее влияние оказывают этапы транспортировки, установки и монтажа ветряных турбин, а среди компонентов ландшафта больше всего страдают почвенно-растительный покров и животный мир.

Ключевые слова: компоненты ландшафта, ветроэлектрическая станция (ВЭС), ветряная турбина, оценка жизненного цикла.

Надійшла до редколегії 03.07.2013