

УДК 911+502.174.3

А. Н. НЕКОС, д-р геогр. наук, проф., **Я. Є. МОЛОДАН**, викл.
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
61022 м. Харків, майдан Свободи, 6,
molodanjana@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАВДАНЬ ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ

Вивчено та узагальнено міжнародний досвід використання геоінформаційних систем (ГІС) при визначенні придатності території для розвитку вітроенергетики. Визначено, що первинними джерелами інформації для таких ГІС слугують результати польових досліджень, існуючі у вільному доступі просторові бази даних, бази даних об'єктів з відомими місцезонами та/або адресою, а також самостійне оцифрування існуючих растрових карт та їх уточнення шляхом дешифрування космоснімків. Загалом створено 16 картографічних шарів, що становлять основу первинної бази даних ГІС та містять інформацію про фактори, які впливають на розміщення вітрових електростанцій на території Харківської області.

Ключові слова: ГІС, вітроенергетика, просторове планування

Некос А. Н., Молодан Я. Є. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

Изучен и обобщен международный опыт использования геоинформационных систем (ГИС) при определении пригодности территории для развития ветроэнергетики. Установлено, что первичными источниками информации для таких ГИС служат результаты полевых исследований, существующие в свободном доступе пространственные базы данных, базы данных объектов с известными местоположением и/или адресом, а также самостоятельная оцифровка существующих растровых карт и их уточнение путем дешифрирования космоснимков. Всего создано 16 картографических слоев, составляющих основу первичной базы данных ГИС и содержащих информацию о факторах, влияющих на размещение ветровых электростанций на территории Харьковской области.

Ключевые слова: ГИС, ветроэнергетика, пространственное планирование

Nekos A. N., Molodan Ia. E. GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS APPLICATION IN PROBLEM-SOLVING OF SPATIAL PLANNING FOR WIND ENERGY

International experience of using Geographic Information Systems (GIS) to determine the suitability of site for wind energy development was studied and summarized. Determined that the primary sources of information for such GIS are results of fieldwork, open spatial databases, databases of objects with known location and/or addresses, self-digitizing of existing raster maps and their specification by decoding satellite images. Overall, there were created 16 map layers that form the basis of the primary GIS database and contain information about the factors that influence the placement of wind farms in the Kharkiv region.

Keywords: GIS, wind energy, spatial planning

Вступ

Постановка проблеми. На сьогоднішній день енергія вітру є одним з найбільш перспективних поновлювальних джерел енергії, що використовуються як в Україні, так і по всьому світу. Вітроенергетичні технології значно змінилися за останнє десятиліття, вітряні турбіни стали більші за розміром, потужністю та збільшили ефективність [1]. Енергія вітру стає все більш конкурентоспроможною на енергетичному ринку,

оскільки її вплив на навколишнє середовище, в порівнянні з використанням викопних видів палива або ядерною енергетикою, є незначним [2, 3]. Світові тенденції також свідчать про поступове зниження собівартості виробленої енергії та прогнозується, що ціни на електроенергію, вироблену з енергією вітру, продовжуватимуть знижуватися, досягнувши рівня цін у традиційній енергетиці [1].

Для України, ступінь енергозалежності якої є значним, розвиток енергозберігаю-

чих та ресурсозберігаючих технологій, а також використання відновлювальних джерел енергії є необхідністю, особливо враховуючи сучасну ситуацію на ринку вуглеводнів та підвищення цін на традиційні енергоносії. Це знайшло своє відображення і на ринку вітроенергетики – за останні три роки сумарна встановлена потужність вітропарків в Україні зросла більше, ніж у 4 рази – з 85,5 МВт у 2010 році до 371 МВт у 2013 році [4]. Фінансування цих проектів в останні роки відбувалося лише в рамках комерційних проектів, хоча і за підтримки держави у вигляді податкових пільг та встановлення «зеленого» тарифу.

Вибір майданчика для розміщення об'єктів вітроенергетики є складним завданням просторового планування. При визначенні ділянки для оптимального розташування вітроелектростанції необхідно врахувати цілий ряд факторів, які тим чи іншим чином впливають на прийняття рішення.

Протягом останніх десятиліть геоінформаційні системи стали потужним супровідним інструментом для просторового планування та було розроблено багато сучасних технологій. Географічна інформаційна система (ГІС) є зручним інструментом для відображення та аналізу інформації з урахуванням географічного положення природних і техногенних об'єктів. Програмне забезпечення ГІС надає можливість впорядкувати, систематизувати та обробляти дані з метою проведення їх комплексного аналізу та надання об'єктивної інформа-

ції для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Сучасні інформаційні технології базуються на концепції, відповідно до якої вихідні показники повинні бути організовані в бази даних з метою адекватного відображення реального світу, що змінюється, і задоволення інформаційних потреб користувачів. Ці дані можуть бути отримані за результатами польових досліджень, завантаження зібраних GPS лог-файлів, з існуючих просторових баз даних, використовуючи перелік об'єктів з відомими місцезонами та/або адресою, шарів ГІС, опублікованих у публічному доступі, або шляхом оцифрування існуючих растрових карт. Враховуючи те, що спорудження вітроенергетичного об'єкту повинно забезпечити максимальну соціально-економічну вигоду при мінімальному впливі на навколишнє середовище, планування вітропарку повинно бути стратегічним і передбачати врахування значної кількості показників. Саме тому база картографічних даних ГІС може містити сотні шарів однорідної первинної просторової інформації. При цьому відкриваються широкі можливості для побудови на їх базі комплексних карт, які в свою чергу надають інформацію, що необхідно врахувати при плануванні вітроенергетичних парків.

Метою дослідження є вивчення міжнародного досвіду застосування функціональних можливостей сучасних ГІС для цілей планування вітроенергетичних станцій та його адаптація до умов Харківської області.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Геоінформаційні технології на сьогоднішній день знайшли широке розповсюдження серед дослідників та фахівців, що займаються плануванням та будівництвом вітрових електростанцій. Зокрема, є три основні напрямки, де використання ГІС є доцільним і виправданим:

1. *Визначення придатних територій.* ГІС дозволяють враховувати одночасно велику кількість просторової інформації, такої як швидкість вітру, екологічні обмеження, місця археологічної та культурної спадщини і т. ін.

2. *Оцінка вже розроблених проектів.* За допомогою ГІС можна відносно простим і економічно ефективним способом оцінити

зони візуального впливу і розрахувати зони теоретичної видимості вітряних турбін.

3. *Моніторинг розвитку вітроенергетики.* Для керівних органів доцільним є створення інформаційної системи, що включає компоненти географічних інформаційних систем, для спостереження за розвитком вітрової енергетики (в тому числі врахування запланованих, але ще не реалізованих проектів). Це може допомогти розробити програму регіонального розвитку та слідкувати за ступенем її виконання.

В дослідженні детально вивчено питання визначення придатних територій. Існує багато методик на основі програмного забезпечення ГІС, які використовуються для

визначення територій, що є придатними для розвитку вітроенергетики та будівництва вітроелектростанцій.

Так, Monteiro C. зі співавторами [5] в рамках проекту SOLARGIS розробили метод оцінки потенціалу відновлювальних джерел енергії, що дозволяє виявити найбільш придатні для будівництва вітропарку ділянки. Запропонований метод передбачає використання геоінформаційної системи у два етапи. На першому етапі за допомогою ГІС аналізується рельєф місцевості та шорсткість поверхні для експорту до спеціалізованого програмного забезпечення, яке моделює розподіл швидкостей вітру на території дослідження. Внаслідок цього створена карта вітрового потенціалу в подальшому стає основою для другого етапу дослідження, який передбачає виключення ділянок, що є непридатними для будівництва вітропарку через технічні, соціальні чи адміністративні умови. До таких обмежень згідно з запропонованим методом входять: ділянки з висотами більше 1000 м; захищені ділянки або території з обмеженим доступом, такі наприклад як національні парки, водні об'єкти, ліси, аеропорти і території населених пунктів; ділянки, крутизна схилів яких є більшою за 10° ; території, що розташовані в межах певної відстані від будь-якого житла; ділянки, на яких швидкість вітру є недостатньою.

Метод, подібний до викладеного вище, використовується у дослідженнях A. M. Bazzi та D. A. Fares [6], але розглядається окремий випадок для території Лівану і враховується менший перелік факторів впливу. При виборі ділянки для вітропарку авторами було використано середню швидкість вітру, відстань від населених пунктів і найкоротший шлях до трансформаторних підстанцій.

Elliott D. [7] описує методологію, розроблену американською Національною лабораторією поновлюваних джерел енергії (NREL) щодо оцінки вітрових ресурсів і створення детальних карт вітропотенціалу для будь-якої території. Такий підхід дозволяє поєднати глобальну цифрову модель рельєфу, кліматичні набори даних, ГІС-технології, а також аналітичні методи та комп'ютерне моделювання. Методологія NREL не використовує ГІС в якості прямо-

го інструменту планування розвитку вітроенергетики, однак ГІС є основною платформою для географічного аналізу даних, а також інструментом для наочного представлення ресурсів вітру по всьому світу.

У своїх наукових розробках I. J. Ramirez-Rosado зі співавторами [8] запропонували використовувати ГІС для одночасного врахування різних цілей, які переслідують розробники проекту вітрового парку. Наприклад, з метою охорони навколишнього середовища вітрові парки повинні бути розташовані на певній відстані від об'єктів природно-заповідного фонду чи шляхів міграції перелітних птахів, в той час як інвесторів більше цікавить економічна складова – вартість будівництва під'їзних шляхів чи розрахунок економічних ризиків. Запропонована розробка включає також методи стандартизації критеріїв та встановлення вагових коефіцієнтів (від 0 до 1) з метою визначення важливості кожного з факторів.

У своїх дослідженнях S. Baban та T. Raghu [9] використовуючи подібну методику, врахували висоту місцевості, відстань від населених пунктів, водних об'єктів, об'єктів культурної спадщини та ліній електропередач. За отриманими загальними значеннями ділянки на карті були проранжовані (від 0 до 1) на предмет придатності до будівництва вітропарку.

Досліджуючи перспективність території Єгипту для будівництва вітрових електростанцій A. Y. Abdelaziz та S. F. Mekhamer [10] враховували вітрові ресурси, шорсткість поверхні та наявність перешкод, доступність до під'їзних шляхів, ліній електропередачі або розподільних пунктів, рельєф місцевості, ґрунтові умови та вплив на навколишнє середовище.

Таким чином, визначено, що перелік факторів, які впливають на розміщення об'єктів вітроенергетики є подібним для різних досліджень. Відмінності у виборі досліджуваних показників здебільшого пов'язані з завданнями, що були поставлені перед дослідниками, та місцевими відмінностями території (як природними факторами, так і особливостями місцевого законодавства). Однак, загальна тенденція свідчить про актуальність проблематики та необхідність адаптації існуючих підходів до місцевих умов території дослідження.

Результати досліджень

Вивчення міжнародного досвіду щодо застосування ГС у вітроенергетиці та перелік факторів, які визначають розміщення вітрових парків, а також попередні дослідження авторів [11-13] надали можливість визначити перелік природних, технічних та соціальних показників (рис.), які визначають придатність території Харківської області (Україна) для розвитку вітроенергетики чи навпаки можуть обмежувати розміщення об'єктів відновлювальної енергетики на певних її ділянках. До таких факторів, як уже визначено у попередніх дослідженнях

[13], відносять: вітрові ресурси, геологічну будову (зсувні, підтоплені та природно підтоплені ділянки), рельєф території (крутизна схилів), відстань від водних об'єктів (річок, озер та водосховищ), лісових насаджень, об'єктів природно-заповідного фонду, природних екокоридорів (шляхів міграції птахів), населених пунктів, транспортної мережі (автомобільних шляхів і залізниць), ліній електропередач та електричних підстанцій, аеропортів та військових об'єктів, об'єктів археологічної та культурної спадщини – загалом 16 показників.



Рис. – Фактори, що впливають на розміщення об'єктів вітроенергетики на території Харківської області

Площа Харківської області складає 31,415 тис. км². На території області знаходиться 27 адміністративних районів, у яких розміщено 1761 населений пункт. Рельєф області є хвилястою рівниною з легким нахилом в південно-західному (до басейну Дніпра) і в південно-східному (до басейну Дону) напрямках. Найбільш піднесені ділянки на території області розміщені в її північній частині, найбільш низькі ділянки знаходяться в долинах річок на лугових терасах. Перепад висот в області становить 177 м – від 59 м (у долині Сіверського Дінця на кордоні Харківської та Донецької областей) до 236 м

(у відрогах Середньо-Руської височини на північному заході від Золочева) [14].

Територія Харківської області має стабільну геологічну будову, проте існує ризик виникнення зсувних процесів (у 2013 році було зафіксовано 1615 зсувних ділянок загальною площею 40,3 км², з яких в активному стані перебуває лише 1, площею 0,09 км²) та процесів підтоплення (площа підтоплених земель 0,122 км², що складає 0,4% території області) [15].

Вітрові ресурси Харківської області було визначено та оцінено за даними 10 метеорологічних станцій, що знаходяться

на території області та 16 станцій, розташованих за її межами, та були побудовані карти розподілу швидкостей вітру та вітроенергетичного потенціалу [16, 17].

Площа лісів та інших лісовкритих площ на території Харківської області становить 417,9 тис га або 13,3 % від загальної площі області (станом на 01.01.2013) [18]. Станом на 01.07.2012 року на території області налічувалося 240 об'єктів природно-заповідного фонду, загальною площею 72858,11 га, що становить 2,31 % території області [19].

У Харківській області згідно Державного реєстру нерухомих пам'яток України до переліку пам'яток культурної спадщини національного значення входить 34 об'єкти, до переліку об'єктів культурної спадщини національного значення – 25 об'єктів, до переліку пам'яток місцевого значення – 226 об'єкти, які розміщені практично по всій області [20].

На території Харківської області розташована достатньо розгалужена система трубопровідного транспорту. По території Валківського, Краснокутського, Красноградського, Н. Водолазького, Зміївського, Кегичівського, Первомайського, Балаклійського районів області проходять магістральні газопроводи та газопроводи-відгалуження високого тиску, а також розташовані газо-розподільні станції (ГРС). До найважливіших газотранспортних магістралей відносяться Шебелинка - Харків, Шебелинка – Харків – Белгород – Брянськ, Шебелинка – Дніпропетровськ – Одеса, Оренбург – західний кордон, Шебелинка – Острогжск, Шебелинка – Слов'янськ, Шебелинка – Полтава – Київ [21]. Територією Харківської області також проходить магістральний нафтопровід «Лисичанськ – Кременчук» [22]. Аміакопровід, що є частиною аміакопроводу «Тольятті-Одеса» проходить по Дворічанському, Куп'янському, Шевченківському, Ізюмському, Балаклійському, Барвінківському, Близнюківському та Лозівському районах Харківської області.

Вивчення вищезазначених характеристик території Харківської області надало можливість створити основні векторні бази даних ГІС. Уточнення інформації відбувалося шляхом дешифрування космознімків з використанням прямих дешифруваль-

них ознак (форма, розмір, тон та структура зображення об'єкта) та зрідка опосередкованих (взаємне розташування об'єктів), а саме:

– *гідрографія*: для річок та струмків характерні неправильні обриси, різноманіття форм і забарвлення. На космознімку мають вигляд звивистих смуг різної ширини однорідного, переважно темного тону. Меліоративні канали добре розпізнаються на території, вільній від лісу. Це смуги рівної ширини, прямолінійної форми, з чіткими кутами повороту, переважно однорідного темного тону. Зображення озер мають темний тон, гладку структуру. Водойми з брудною, каламутною водою, а також мілини мають більш світлий тон. Болота відображаються темним тоном, часто з дрібнозернистими плямами (чагарник, очерет), іноді волокнистої структури. Більш темний тон відповідає більш зволоженим місцям.

– *грунтово-рослинний покрив*: прямими дешифрувальними ознаками є фототон, структура зображення, форма падаючої тіні, рельєф полого в лісових спільнотах, зв'язок з рельєфом і гідрографічною мережею. Ліси та чагарники розпізнаються на космознімках за відносно темним тоном та за характерною зернистою структурою зображення, яка утворена сукупністю освітлених крон та темних проміжків між ними. Лісові просіки добре розпізнаються завдяки контрасту між ними та освітленими кронами дерев. Вони мають вигляд однорідних за тоном та прямолінійних за формою смуг рівної товщини з чіткими кутами повороту. Для саженного лісу характерна лінійна структура. Сади розпізнаються за правильним зображенням «зерен». «Зерна» чагарників дрібніші, ніж «зерна» дерев, просторово розосереджені і мають дуже коротку тень. Трав'янисті і чагарникові угруповання на знімках мають загальний сірий тон, який змінюється залежно від типу рослинності і ступеня вологості боліт. Рілля має чітко виражену геометричну форму кордонів, смугасто-лінійний малюнок і характеризуються різнотонністю. Болотні ділянки відображаються на знімках загальним сірим тоном, який сильно змінюється відповідно до наявності трав'янистої, мохової чи іншої рослинності та ступеню вологості болота. Мохові (верхові) болота мають неправильні форми з розпливчастими контурами. Низинні (трав'яні) болота розташовані частіше всього уздовж річок з

низькими берегами та в знижених місцях серед лісу. Через сильне зволоження вони мають темно-сірий тон зображення.

– *населені пункти*: чітко виділяються структурою фотозображення та геометричними фігурами кварталів. За даними аерофотозйомки та космічних знімків можна визначити тип населеного пункту, характер планування. Так, сільські населені пункти розміщуються переважно на берегах річок, ярів, для них характерна наявність господарських будівель, присадибних ділянок. До того ж, тип населеного пункту може бути уточнений за допомогою топографічних карт.

– *шляхи сполучення*: автомобільні дороги з покриттям або покращені ґрунтові дороги добре помітні на знімку завдяки чітко окресленому дорожньому полотну у вигляді вузької смуги різної ширини, залежно від їх типу, переважно світлого тону, з прямолінійними ділянками та геометрично правильними заокругленнями (поворотами), наявністю насипів та виїмок, лісосмуг, мостів. Ґрунтові та польові (лісові) дороги можна розпізнати по звивистому наїждженому сліду у вигляді ліній нерівномірної товщини, переважно світло-сірого тону з численними розгалуженнями (розвилками). Для залізничних шляхів характерна прямолінійність відрізків шляху, плавність поворотів, снігозахисні посадки біля доріг, наявність насипів і виїмок, придорожніх споруд, станцій та роз'їздів.

– *лінії електропередач* дешифруються за опорами ЛЕП, мають вигляд прямих ліній, розміщуються переважно вздовж доріг чи лісополос. Розташування ЛЕП, як і магістральних трубопроводів, також може бути визначено за наявністю просік значної протяжності та ширини, які дешифруються за

чіткими прямолінійними межами, геометрично правильною формою та світлішим тоном, порівняно з лісовим масивом.

Отриману інформацію занесено до бази даних ГІС та в подальшому використано для аналізу придатності території для цілей вітроенергетики. Оскільки дані для проведення досліджень отримані з різних джерел, у різних форматах і різних системах координат, то для виконання просторового ГІС-аналізу всі різнорідні дані приведені до єдиної системи координат WGS-84 (World Geodetic System, 1984).

Сучасні ГІС містять в собі широкий набір засобів для аналізу просторово-атрибутивної інформації. Для визначення територій, що є перспективними для розвитку вітроенергетики, використано програмне забезпечення ГІС, а саме ESRI ArcGIS 10 та Spatial Analyst (ESRI).

В дослідженні переважно використані методи побудови буферних зон [22] навколо вихідних точкових, лінійних чи просторових об'єктів, серед яких, наприклад, об'єкти культурної та археологічної спадщини, лінії електропередач та автошляхи, лісові масиви чи водні об'єкти. Також, застосовані оверлейні операції (операції накладання), що засновані на накладенні двох і більше різнотипних за характером локалізації об'єктів картографічних шарів і створенні похідних об'єктів, що виникають при їх геометричному накладанні [22]. Шляхом суміщення шарів ГІС, що містять інформацію про територію, які не можуть бути використані для будівництва вітропарків, отримано новий загальний картографічний шар, що одночасно враховує всі просторові обмеження розвитку вітроенергетики на території Харківської області.

Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що геоінформаційні системи можуть бути використані для проведення комплексного географічного аналізу і прийняття оптимальних обґрунтованих управлінських рішень у сфері вітроенергетики, до того ж забезпечують можливість довгострокового збереження та періодичного поповнення і оновлення інформації.

База картографічних даних ГІС, яка містить однорідну первинну просторову інформацію про 16 факторів, які впливають на

розміщення об'єктів вітроенергетики у Харківській області, відкриває широкі можливості для побудови на її основі комплексних карт, які в свою чергу надають інформацію, що повинна бути врахована при плануванні вітроенергетичних проєктів.

Отримані результати дають можливість розробити оптимальні схеми розміщення вітроелектростанцій на території Харківської області та можуть стати основою при створенні програм розвитку вітроенергетики на регіональному та державному рівнях.

Розроблені алгоритми дозволяють скоротити строки та витрати на проведення перед-проектних вітроенергетичних досліджень та

вибір ділянки для розміщення об'єктів вітроенергетики.

Література

1. Renewable Energy Efforts – Special focus on Reduction of Global Warming [Електронний ресурс] / D.K. Nayak, 2011. – Режим доступу до статті: <http://dSPACE.vpmthane.org:8080/jspui/bitstream/123456789/1257/1/Renewable%20Energy%20Efforts%20%20Special%20Focus%20on%20reduction%20of%20Global%20Warming.pdf>
2. Bohn Ch. Welcoming the Wind: The Political Process for Geographic Siting of Wind Turbine Farms in the United States : A Thesis for the Master of Science Degree. – 2007. – 103 p.
3. Тюрін К. П. Використання альтернативних джерел енергії, їх майбутнє в енергетиці // Світлотехніка та електроенергетика. – 2011. – №2. – С. 67-71.
4. Обзор рынка ветроэнергетики Украины. 2013 // Украинская ветроэнергетическая ассоциация. – 2014. – 40 с.
5. Monteiro C. Evaluation of Electrification Alternatives in Developing Countries / C. Monteiro, J. T. Saraiva, V. Miranda // 9th Mediterranean Electrotechnical Conference, MELECON 98, 18-20 May 1998. – Vol. 2. – P. 1037-1041.
6. Bazzi A. M. GIS Based Wind Farm Site Selection in Lebanon / A. M. Bazzi, D. A. Fares // IEEE International Conference on Electro/Information Technology. – 2008. – P. 201-204.
7. Elliott D. L. Assessing the Worlds Wind Resources // IEEE Power Engineering Review. – 2002. – Vol. 22 (9). – P. 4-9.
8. Ramirez-Rosado I. J. Negotiation Aid System to Define Priority Maps for Wind Farm Development / I. J. Ramirez-Rosado, C. Monteiro, E. Garcia-Garrido, Miranda, L. A. Fernandez-Jimenez, P. J. Zorzano- Santamaria // IEEE Transactions on Power Systems. – 2007. – Vol. 20 (2). – P. 618-626.
9. Baban S. Developing and Applying a GIS Assisted Approach to Locating Wind Farms in the UK / S. Baban, T. Parry // Renewable Energy. – 2001. – Vol. 24 (1). – P. 59-71.
10. Abdelaziz A. Y. Geographic Information Systems (GIS) Application in Wind Farm Planning / A. Y. Abdelaziz, S. F. Mekhamer // The Online Journal on Power and Energy Engineering (OJPEE). – 2012. – Vol. (3) – No. (2). – P. 125-131.
11. Молодан Я.С. Аналіз просторових обмежень будівництва вітрових електростанцій з використанням ГІС-технологій // Матеріали ІХ Всеукраїнських наукових Таліївських читань. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна. – 19-20 квітня 2013. – С. 118-122.
12. Молодан Я. С. Особливості життєвого циклу вітроенергетичних установок як фактор впливу на компоненти ландшафту // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії». – 2013. – Вип. 3 (71). – С. 167-176.
13. Молодан Я. Є. Конструктивно-географічний підхід до аналізу просторових закономірностей розміщення об'єктів вітроенергетики // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія». – 2013. – Вип. 18. – С. 138-144.
14. Екологічний атлас Харківської області. Друге вид., перероб. – Харків. – 2005. – 80 с.
15. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html
16. Молодан Я.С. Оцінка вітрового режиму території Харківської області для цілей вітроенергетики / А. Н. Некос, Я. С. Молодан // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – № 3-4. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна. – 2012. – С. 69-77.
17. Молодан Я. Є. Сучасні підходи до оцінки та аналізу основних вітрових характеристик для цілей вітроенергетики // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна. – 2013. – Вип. 18. – С. 115-120.
18. Екологічний паспорт Харківської області. 2012 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.menr.gov.ua/index.php/protection/protection1/kharkivska/Harkivska_Ecopasport_2012.doc
19. В Держуправлінні в Харківській області відбулись урочисті заходи з нагоди дня працівника природно-заповідної справи України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://newtest.menr.gov.ua/content/article/10986?print=true>
20. Державний реєстр нерухомих пам'яток України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mincult.kmu.gov.ua/mincult/uk/publish/article/294593>
21. Сідак В. С. Курс лекцій з дисципліни «спекурс з організації на підприємствах газопостачання» / В. С. Сідак, О. М. Слатова; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ. – 2010. – 343 с.
22. Філія «Придніпровські магістральні нафтопроводи» ПАТ «Укртранснафта» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrtransnafta.com/ua/activity_of_company/oil_pipeline_system/pridneprovsky_main_oil_pipelines/
23. Справка ArcGIS 10.1 Руководство пользователя ArcGIS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#/00qn0000013t000000>

Надійшла до редколегії 12.03.2014

