

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Волошкіної Олени Семенівни

на дисертаційну роботу Москальчук Наталії Михайлівни

«Підвищення рівня екологічної безпеки при використанні енергії вітру в Карпатському регіоні», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми досліджень

При реалізації об'єктів вітроенергетики в світі і в Україні, зокрема, не завжди належним чином дається оцінка впливу на довкілля цих об'єктів. Основною причиною при будівництві та експлуатації вітроенергетичних установок (ВЕУ) є недостатнє врахування всіх факторів впливу на складові навколишнього середовища, особливо на флору та фауну території та призначення санітарно-захисної зони з врахуванням цих впливів. З іншого боку, згідно «Енергетичній стратегії України на період до 2035 року», «Національному плану дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 року» та Указу Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» при вирішенні проблеми енергозабезпечення окремих територіально-адміністративних одиниць суттєва роль надається альтернативним джерелам енергії. Це, безумовно, викликане обмеженістю запасів традиційних енергоресурсів та, з другого боку, небезпекою глобальних кліматичних змін на планеті. Тому оцінку регіонального потенціалу поновлювальних енергоресурсів слід віднести до пріоритетних завдань екологічної безпеки держави.

В дисертаційній роботі Москальчук Наталії Михайлівни вирішується актуальне науково-технічне завдання щодо підвищення рівня екологічної безпеки при реалізації проектів вітрової енергетики для Карпатського регіону шляхом удосконалення окремих етапів процедури оцінки впливу на довкілля та геопросторового планування. Слід зазначити, що саме регіональний підхід дає в повній мірі визначити можливості та пріоритети для найбільш повного та ефективного використання всіх видів ресурсів та прийняти найбільш ефективні рішення щодо практичного просування в напрямку енергетичного самозабезпечення окремих територіально-адміністративних одиниць. Враховуючі вищесказане, тема дисертаційних досліджень без сумніву, є важливою та актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконана у межах тематики науково-дослідних робіт Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (№№ держреєстрації (№№ 0115U002280, 0118U006601), а також у межах загальнодержавних стратегій та програм: «Стратегії сталого розвитку «Україна–2020», «Енергетичній стратегії України на період до 2035 року»,

«Національному плану дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 року», «Стратегії регіонального розвитку Івано-Франківської області на період до 2020 року».

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Основна наукова задача, яка вирішується у дисертації – удосконалення процедури оцінки впливу на навколишнє середовище та геопросторового планування при реалізації проектів вітрової енергетики на прикладі Карпатського регіону, що дозволить суттєво підвищити управління екологічною безпекою даної території.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечувалась використанням сучасних методів досліджень, таких як методи порівняння багатокритеріальних змінних (табличний або матричний, бальний, графічного накладання), математичної статистики, теорії вітроенергетики, методи геоінформаційних систем (ГІС), дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Обробку даних та моделювання виконувалось з використанням програмних продуктів Microsoft Office, Surfer, Mapinfo, Google Earth, Google Maps, Tablecurve 2D.

Наукові положення, висновки та рекомендації в роботі базуються на великому обсязі експериментальних досліджень. Достовірність отриманих результатів також підтверджується повною відповідністю наведених наукових результатів сучасним теоретичним уявленням енергозабезпечення за рахунок альтернативних та відновлювальних джерел.

У процесі детального аналізу дисертаційної роботи та автореферату не виявлено положень, тверджень та висновків, що викликають сумніви.

Оцінка результатів роботи щодо значущості для науки та практики

Отримані здобувачем результати є важливими для науки, оскільки вони розширюють загальні науково-методичні основи управління екологічною безпекою на основі оцінки впливу на довкілля альтернативних джерел енергії Карпатського регіону. Запропонований в роботі методичний підхід до оцінки впливу на довкілля вітроенергоустановок є універсальним і його можна рекомендувати до використання в інших перспективних регіонах України.

Наукове значення роботи, на нашу думку, визначають дослідження щодо алгоритму вибору майданчика розташування ВЕС шляхом використання ГІС та ДЗЗ при геоплануванні території, який базується на врахуванні вітроенергетичного потенціалу території, а також орографічних, технічних та екологічних обмежень шляхом використання багатокритеріального аналізу просторового масштабу. Особливого значення, на нашу думку, мають дослідження, які спрямовані на отримання функціональних залежностей між рівнем звуку від вітроенергетичної установки Nordex N43 600 та відстанню від неї на основі обробки експериментальних даних, а також врахування звукової потужності на зменшення впливів вітроенергетичних установок на орнітофауну

шляхом застосування генераторів тороїдальних вихорів на майданчиках ВЕУ. Спосіб відлякування птахів від вітрових турбін вітроелектростанцій, захищений патентом на корисну модель.

Результати досліджень дисертаційної роботи пройшли апробацію на конкретному об'єкті в Івано-Франківській області. Практична значимість результатів досліджень полягає в тому, що впровадження запропонованого підходу щодо удосконалення окремих етапів процедури оцінки впливу на довкілля та геопросторового планування території дозволить суттєво підвищити екологічну безпеку відповідних територій та удосконалить процедуру проектованої діяльності вітроенергетичних установок.

Наукова новизна роботи

В дисертації отримано нові науково обґрунтовані результати, серед яких слід відзначити наступні:

1. Удосконалено процедуру оцінки впливу на довкілля від реалізації проектів відновлювальної енергетики шляхом оцінки значущості впливів на навколишнє середовище з використанням багатокритеріального аналізу при порівнянні впливів, етапів діяльності та альтернатив, а також врахуванням науково обґрунтованих геопросторових обмежень.
2. Запропоновано заходи щодо зменшення впливів вітроенергетичних установок на орнітофауну шляхом застосування генераторів тороїдальних вихорів на майданчиках ВЕС.

3. На підставі досліджень вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону встановлено сучасні зміни показників вітрових характеристик, виділено перспективні території та здійснено прогнозування показників виробітку електроенергії конкретних ВЕУ, що дає змогу підвищити рівень екологічної безпеки регіону.

4. Отримано функціональні залежності між рівнем звуку від вітроустановки Nordex N43 600 та відстанню на основі обробки експериментальних даних та врахування звукової потужності.

Практичне значення отриманих результатів

При існуючих підходах до ОВД проектів вітроенергетичних установок не в достатній мірі враховуються орографічні, технічні та екологічні обмеження території та розміри буферних зон. Пропонований в роботі підхід щодо екологічно безпечного геопросторового планування території при виборі перспективних майданчиків розташування вітроенергетичної станції (ВЕС) на прикладі Івано Франківської області стане в нагоді при обґрунтуванні рішення про впровадження проектів вітрової енергетики.

Оцінку значущості впливів на довкілля за пропонованим в дисертаційній роботі підходом апробовано на ВЕС «Шевченкове-1». Для оцінки шумового навантаження на довкілля отримано функціональні залежності між рівнем звуку та відстанню від вітроенергетичної установки, які можуть бути

використані для обґрунтованого прийняття розмірів санітарно-захисної зони ВЕС. Запропоновано спосіб відлякування птахів від вітрових турбін вітроелектростанцій, захищений патентом на корисну модель № 104389.

Основні результати дисертаційної роботи було впроваджено в діяльність управління екології та природних ресурсів Івано-Франківської обласної державної адміністрації при оцінці вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону України та визначення перспективних майданчиків розташування вітроелектростанцій на території Івано-Франківської області.

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи застосовано у навчальному процесі Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу при викладанні дисциплін ряду дисциплін: «Оцінка впливів на довкілля», «Комп'ютерна обробка екологічної інформації», «Екологічна безпека», «Геоінформаційні системи в екології».

Загальна характеристика роботи

Автором у *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі досліджень. Наведено об'єкт, предмет і методику досліджень, визначено особистий внесок автора, зв'язок дисертації з науковими програмами та темами, представлено відомості щодо апробації роботи, її структури та обсягу публікацій.

У *першому розділі* розглянуто сучасні методи ОВД вітроенергетичних установок, проведено детальний аналіз літературних джерел, що стосуються обраної тематики. Доведена неповнота вивчення вітроенергетичних ресурсів Карпатського регіону та їх сучасні зміни; відсутність законодавчо визначених санітарно-захисних та буферних зон для об'єктів вітроенергетики, відсутність надійного захисту орнітофауни та біоресурсів, а також відмінності при врахуванні обмежень у сучасних дослідженнях. Автор наголошує на необхідності в подальших дослідженнях щодо підвищення рівня екологічної безпеки в проектах використання енергії вітру в Карпатському регіоні.

У *другому розділі* запропоновано порядок визначення значущості негативних впливів на природне середовище та негативних і позитивних впливів на соціально-економічне середовище на основі визначення чотирьох параметрів впливу: ймовірності, просторового масштабу, тривалості та інтенсивності за спеціальними шкалами. Рівень значущості кожного фактору характеризується інтервалом значень залежно від балу, отриманого при обчисленні.

В розділі представлено технічне рішення для відлякування птахів шляхом застосування генераторів тороїдальних вихорів на майданчиках ВЕС, що підтверджено патентом на корисну модель. В цьому розділі, на нашу думку, доцільно було б торкнутися існуючих технічних рішень з даного питання, а також більш детально зупинитися на існуючих позитивних та негативних відхиленнях у соціально-економічному середовищі в проектах ВЕС.

Запропонована мультиплікативна модель визначення значущості впливів на довкілля за параметрами ймовірності, просторового масштабу, тривалості та інтенсивності з відповідними шкалами може бути застосована при розробці ОВД проектів вітрової енергетики в інших регіонах України.

Третій розділ присвячено визначенню оптимальних вітрових характеристик для перспектив розвитку вітроенергетики у Карпатському регіоні. Запропоновано класифікацію перспективності швидкостей вітру для цілей вітроенергетики: $3 \leq V < 4$ м/с перспективні для ВЕУ малої потужності; $4 \leq V < 5,5$ м/с перспективні для малих та середніх ВЕУ, V понад 5,5 м/с – перспективні для будь-яких ВЕУ. Розраховано середні швидкості вітру на висоті на висоті роботи ВЕУ – 30, 50, 70, 100 м використовуючи логарифмічний та степеневий вертикальні профілі вітру. Побудовано карти середньої швидкості вітру на згаданих висотах. На підставі моніторингових даних за десятирічний період спостережень (2005-2015рр.) запропоновано класифікацію перспективності швидкостей вітру для цілей вітроенергетики регіону та класифікацію перспективних територій за вітроенергетичним потенціалом.

У *четвертому розділі* роботи автором запропонований алгоритм вибору майданчика розташування ВЕС шляхом врахування науково обґрунтованих геопросторових обмежень та використання ДЗЗ та ГІС, що дає змогу запобігти впливам на довкілля від реалізації вітроенергетичних проєктів. За допомогою програмних продуктів Surfer, Mapinfo та даних ДЗЗ Google Earth для території Івано-Франківської області побудовані карти швидкості вітру на різних висотах, карти геопросторових обмежень та карта перспективних майданчиків розташування ВЕС. В результаті підсумовування інформації про компоненти довкілля, які можуть впливати чи зазнавати впливу від ВЕС (рельєф, дорожня мережа та енергомережа, природно-заповідний фонд, водно-болотні угіддя, водні об'єкти, ліси, населені пункти, аеропорти) в даному розділі роботи встановлено критерії геопросторових обмежень. Застосування алгоритму вибору майданчика розташування ВЕС на місцевому рівні було здійснено на прикладі ВЕС в Івано-Франківській області. Виділено 24 екологічно безпечні перспективні майданчики розташування ВЕС загальною площею 4514,22 га. На прикладі Vestas V112 3.3 МВт розраховано можливу потужність ВЕС на перспективних майданчиках, яка для 88 ВЕУ склала 290,4 МВт.

У *п'ятому розділі* проведено апробацію запропонованої методики оцінки значущості впливів на довкілля на прикладі ВЕС «Шевченкове-1». В розділі на основі обробки експериментальних даних та врахування звукової потужності ВЕУ отримано функціональні залежності між рівнем звуку від першої черги ВЕС «Шевченкове-1» та відстанню при різних швидкостях вітру.

Щодо завершеності дисертації в цілому, то слід зауважити, що це завершена наукова робота, основна частина якої викладена на 360 сторінках друкованого тексту, включає 5 додатків, 144 рисунки та 64 таблиці.

**Повнота викладення наукових положень, висновків
та рекомендацій в опублікованих працях**

За темою дисертації опубліковано 20 наукових праць, зокрема 2 колективні монографії, 2 статті у закордонних наукових періодичних виданнях, 6 статей у фахових виданнях України, 8 тез у матеріалах конференцій, 2 патенти.

Наведений у публікаціях матеріал повністю відображає результати та наукові положення дисертації.

Редакційний аналіз

Робота викладена грамотно, з використанням сучасної термінології, є послідовно викладеною і логічно завершеною. Оформлення роботи відповідає вимогам усіх нормативних документів.

Зауваження до дисертаційної роботи

Позитивно оцінюючи в цілому виконану роботу, вважаю необхідним зробити ряд зауважень.

1. В дисертаційній роботі слід було б зазначити, який відсоток від загального енергоспоживання Карпатського регіону припадає на вітроенергетику, беручи до уваги природній (теоретичний), технічний (реалізуємий) та першочерговий (реальний) потенціали виробництва електроенергії.
2. Доцільно в роботі було б розрахувати екологічний ефект від використання вітроенергетики в регіоні за рахунок відвернутих викидів у повітряний басейн забруднюючих речовин для енергооб'єктів з традиційними видами енергоносіїв. Оскільки антропогенне навантаження на біосферу при викидах у повітряний басейн розподіляється між усіма її складовими, визначення відвернутих питомих економічних збитків було б доречно.
3. Дисертанту також було б доцільно визначити зменшення викидів парникових газів в атмосферу за рахунок заміни частини традиційно отримуваної енергії на альтернативну (в даному випадку – вітрову).
4. З тексту дисертації не зазначено, який термін роботи ВЕУ і в який спосіб проходить її утилізація?
5. На яких підставах визначався критерій щодо оцінки імовірності впливу того чи іншого фактору (розділ 2, табл.2.6. і формула 2.1.)
6. При оцінці значущості всіх впливів на навколишнє середовище такий фактор, як сейсмічність регіону не враховувався.
7. Як визначалося значення параметра Q_i (розділ 2).
8. При аналізі вітрових характеристик регіону автор розглядає десятилітній період (2005-2015рр.). Чи достатній такий період для оцінки вітрового навантаження регіону?

9. В тексті роботи автор розглядає зони впливу від шуму тільки одного виду генератора. Чи буде коректно дані цих досліджень перенести на інші марки генераторів?
10. На стр.135 (табл.4.8) відмічені допустимі відстані від населених пунктів. З тексту розділу незрозуміло, як залежать ці відстані від висоти вітроустановки.

Зазначені недоліки та зауваження принципово не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значущості отриманих у дисертації результатів. Зроблені автором висновки і положення, що виносяться на захист, добре обґрунтовані на основі представлених даних і відповідають поставленій меті та завданням дослідження.

Загальний висновок по роботі

«Підвищення рівня екологічної безпеки при використанні енергії вітру в Карпатському регіоні»

Дисертаційна робота Москальчук Наталії Михайлівни «Підвищення рівня екологічної безпеки при використанні енергії вітру в Карпатському регіоні», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук є актуальною науковою працею, що виконана на належному науково-теоретичному рівні з логічним викладенням матеріалу, поєднанням наукової новизни і практичних результатів. Зроблені зауваження не впливають на загальну оцінку представленої роботи та представлених рекомендацій і висновків.

За змістом, повнотою викладення матеріалу, обґрунтованістю основних положень і висновків, за оформленням дисертації і автореферату, повнотою опублікованих робіт дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року за № 567, а її автор Москальчук Наталія Михайлівна заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури МОН України,
доктор технічних наук, професор

Підпис д.т.н., проф. Волошкіної засвідчую

Вчений секретар КНУБА



O.S. Волошкіна



O.S. Петренко

*Фондус кафедри охорони праці та навколишнього середовища
Внесок рахує 18.11.2019
Вчений секретар [Signature] Аршинова А.М.*