

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАФТИ І ГАЗУ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

МОСКАЛЬЧУК НАТАЛІЯ МИХАЙЛІВНА

УДК 502.17:621.548 (477.8)

**ДИСЕРТАЦІЯ
ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ
ЕНЕРГІЇ ВІТРУ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ**

Спеціальність 21.06.01 – Екологічна безпека

Галузь знань 10 – Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Н. М. Москальчук

Науковий керівник:

Адаменко Ярослав Олегович,
доктор технічних наук, професор

Івано-Франківськ – 2019

АНОТАЦІЯ

Москальчук Н. М. Підвищення рівня екологічної безпеки при використанні енергії вітру в Карпатському регіоні.

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, Івано-Франківськ, 2019. Спеціалізована вчена рада Д 20.052.05.

У дисертаційній роботі вирішене актуальне науково-технічне завдання щодо підвищення рівня екологічної безпеки при реалізації проєктів вітрової енергетики для Карпатського регіону шляхом удосконалення окремих етапів процедури оцінки впливу на довкілля та геопросторового планування території проєктованої діяльності.

Вперше для оцінки значущості впливів від реалізації проєктів відновлювальної енергетики як складової процедури оцінки впливу на довкілля запропоновано використання багатокритеріального аналізу шляхом поєднання бального методу при визначенні параметрів ймовірності, просторового масштабу, тривалості та інтенсивності й методу таблиць та матриць при порівнянні впливів, етапів діяльності та альтернатив. Проведено оцінку значущості впливів на довкілля ВЕС «Шевченкове-1» з метою обґрунтування рішення про впровадження проєкту.

Набули подальшого розвитку наукові підходи щодо зменшення впливів вітроенергетичних установок на орнітофауну шляхом застосування генераторів тороїдальних вихорів на майданчиках вітроелектростанцій.

Набули подальшого розвитку дослідження вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону шляхом встановлення сучасних змін показників вітрових характеристик, виділення перспективних територій та прогнозування показників виробітку електроенергії конкретних вітроенергетичних установок, що дає змогу

підвищити рівень екологічної безпеки регіону завдяки заміщенню викопних джерел палива та зменшенню негативних впливів на довкілля.

Удосконалено методи вибору майданчика розташування вітроелектростанції шляхом врахування науково обґрунтованих геопросторових обмежень, застосування дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем, що дає змогу запобігти впливам на довкілля від реалізації вітроенергетичних проєктів. Застосовано алгоритм вибору майданчика на прикладі Івано-Франківської області.

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

Основні положення дисертаційної роботи успішно апробовані та впроваджені.

Ключові слова: екологічна безпека, енергія вітру, Карпатський регіон, вітроелектростанція, оцінка впливу на довкілля, значущість впливів, вітроенергетичний потенціал, геопросторові обмеження, вітроенергетична установка.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Стратегічна оцінка використання відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону: Колективна монографія / за ред. Л.М. Архипової. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. 323с. *Особистий внесок – оцінка впливу об'єктів відновлювальної енергетики на довкілля, аналіз просторових обмежень об'єктів вітрової енергетики, технології використання енергії вітру.*
2. Методологія екологічно безпечного використання відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону: Колективна монографія / за ред. Л.М. Архипової. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. 298с. *Особистий внесок – обґрунтування потенціалу енергії вітру на досліджуваній території, методологія екологічно безпечного впровадження ВЕС на прикладі ВЕС «Шевченкове-1», методологія екологічно безпечного впровадження СЕС на прикладі СЕС «Старі Богородчани-1».*
3. Adamenko Ya., **Moskalchuk N.**, Radlovska K. Features of Environmental Impact Assessment because of the Wind Energy. *Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare. Series D – Mining, Mineral Processing, Non-ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering.* 2014. Volume XXVII No. 2. P.13-19 (індексується в ProQuest, EBSCO, ERIH PLUS). *Особистий внесок – аналіз основних впливів на довкілля від ВЕС.*
4. Integral Environmental Impact Assessment of Projects Use Wind Energy / Ya. Adamenko, L. Arkhypova, O. Mandryk, **N. Moskalchuk.** *Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare. Series D Seria D Mining, Mineral Processing, Non-ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering.* 2015. Volume XXIX No. 2. P.89-93 (індексується в ProQuest, EBSCO, ERIH PLUS). *Особистий внесок – методика визначення значущості впливів на довкілля.*
5. Адаменко Я.О., Архипова Л.М., **Москальчук Н. М.** Методика екологічної оцінки використання відновлюваних джерел енергії. *Екологічна безпека.* 2015.

№2/2015 (20). С.37-42 (індексується в Ulrich's Web Global Serials Directory, Index Copernicus, Open Academic Journals Index). *Особистий внесок – оцінка значущості впливів від сонячної електростанції «Старі Богородчани-1».*

6. **Москальчук Н. М.** Вітрова енергетика – особливості оцінки впливу на навколишнє середовище. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал.* 2016. № 1(13). С. 130-135.

7. **Москальчук Н. М.,** Приходько М.М. Оцінка вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону України. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2017. № 27.1. С. 125-128 (індексується в Index Copernicus, CrossRef, WorldCat). *Особистий внесок – класифікація перспективності територій для ВЕУ, виділення перспективних для вітроенергетики територій в Карпатському регіоні.*

8. **Москальчук Н. М.** Перспективи вітроенергетики на Прикарпатті. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал.* 2017. № 1(15). С.195-204.

9. **Москальчук Н. М.** Методика оцінки впливу на довкілля об'єктів вітроенергетики та її реалізація на прикладі ВЕС Шевченкове-1. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал.* 2018. №1. С. 72–85.

10. **Москальчук Н. М.,** Адаменко Я. О. Вибір майданчика розташування ВЕС на основі ГІС-підходу. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2019. № 29 (6). С. 71-75 (індексується в Index Copernicus, CrossRef, WorldCat). *Особистий внесок – алгоритм вибору майданчика розташування ВЕС з реалізацією в межах Івано-Франківської області.*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

11. Методика екологічної оцінки використання відновлюваних джерел енергії / О. М. Мандрик, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова, **Н. М. Москальчук.** *Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доп. XIII міжн. наук.-техн. конф., м. Кременчук, 6-8 жовтня 2015 р. Кременчук, 2015. С. 100-102. Особистий внесок – порядок визначення значущості впливів.*

12. Адаменко Я.О., **Москальчук Н. М.** Пом'якшення впливів на навколишнє середовище від вітрових електростанцій. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки*: збірник матер. міжн. наук.-практ. конф., м. Харків, 4 грудня 2015 р. Харків, 2015. С. 98-99. *Особистий внесок – аналіз способів відлякування птахів від ВЕС.*
13. Adamenko Ya., **Moskalchuk N.** Avifauna – The Protection from Wind Power. *Innovative ideas in science 2015*: International conference, Baia Mare, Romania, 12-13 November, 2015. URL: <http://conf.cunbm.utcluj.ro/index.php/iis/iis2015/paper/view/30/>. *Особистий внесок – спосіб зменшення впливу на орнітофауну з використанням тороїдальних вихорів.*
14. **Москальчук Н. М.** Вітроенергетичний потенціал Карпатського регіону. *Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення*: матер. всеукр. конф. молодих вчених, м. Київ, 16-17 листопада 2016р. Київ, 2016. С.136-139.
15. **Москальчук Н. М.** Вітроенергетичний потенціал Івано-Франківської області. *Екогеофорум-2017. Актуальні проблеми та інновації*: матер. міжн. наук.-практ. конф, м. Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р. Івано-Франківськ, 2017. С. 90-92.
16. Research of quantitative Indicators of the Solar Energy Potential in the Carpathian Region of Ukraine / O. Mandryk, **N. Moskalchuk**, L. Arhypova, M. Pryhodko, O. Pobugun // *Innovative Ideas in Science 2017*: International conference, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2-3 November 2017. URL: <http://conf.cunbm.utcluj.ro/index.php/iis/iis2017/paper/view/213>. *Особистий внесок – методика оцінки впливів на довкілля від сонячних електростанцій.*
17. **Москальчук Н. М.** Вітроенергетичний потенціал м. Івано-Франківськ. *Сучасні технології у промисловому виробництві*: матер. та прогр. V всеукр. міжвуз. наук.-техн. конф., м. Суми, 17-20 квітня 2018 р. Суми, 2018. С 173-174.
18. Some aspects of environmental assessment of renewable energy sources in the Carpathian region of Ukraine / O. Mandryk, **N. Moskalchuk**, L. Arhypova, M. Pryhodko, O. Pobugun. *Innovative Ideas in Science 2018*: International conference,

Baia Mare, Romania, 8-9 November 2018. URL: http://conf.cunbm.utcluj.ro/public/conferences/1/schedConfs/9/Book_of_Abstracts_2018.pdf. *Особистий внесок – методика оцінки значущості впливів на довкілля.*

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

19. Спосіб відлякування птахів від вітрових турбін вітроелектростанцій: пат. на корисну модель 104389: МПК (2016.01) A01M 29/00. № u 2015 07494; заявл.27.07.2015; опубл. 25.01.2016, Бюл. №2.

20. Акустичний пристрій для відлякування риби: пат. на корисну модель 106286 МПК (2016.01) A01K 79/00 A01K 91/053 G10K 11/04. № u 2015 09380; заявл.29.09.2015; опубл. 25.04.2016, Бюл. №8.

Москальчук Наталія Михайлівна

ABSTRACT

Moskalchuk N. M. Increasing the level of ecological safety when using wind energy in the Carpathian region.

Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for a scientific degree of candidate of technical sciences, speciality 21.06.01 - environmental safety. - Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Ivano-Frankivsk, 2019. Specialized scientific council D 20.052.05.

The thesis deals with the actual scientific and technical task of increasing the level of environmental safety when implementing wind energy projects for the Carpathian region by improving the individual stages of the environmental impact assessment and geospatial planning of the projected activity area.

For the first time, to assess the impact significance from the implementation of renewable energy projects as a part of the environmental impact assessment procedure, it is proposed to use multi criteria analysis by combining a point method in determining the parameters of probability, spatial scale, duration and intensity, and the method of tables and matrices when comparing the impacts, activities and alternatives. The environmental impact of the wind farm “Shevchenkove-1” has been assessed to justify the decision to implement the project.

Scientific approaches have been further developed to reduce the effects of wind farms on ornithofauna through the use of vortex ring generators at wind farm sites.

The research of the Carpathian region wind energy potential has been further developed through the establishment of modern changes in wind characteristics, the allocation of promising territories and the forecasting of electricity production of specific wind turbines, which allows to increase the level of ecological safety of the region by replacing fossil fuel sources and reducing negative environmental impacts.

Methods for the wind farm site selecting have been improved by taking into account scientifically sound geospatial constraints, the use of remote sensing of the Earth and geoinformation systems, which helps to prevent environmental impacts from

the implementation of wind energy projects. The algorithm of the site selection was applied using the example of Ivano-Frankivsk region.

Functional dependencies were obtained between the sound level of the wind turbine Nordex N43 600 and the distance based on the processing of experimental data and the consideration of sound power.

The main provisions of the dissertation have been successfully tested and implemented.

Keywords: ecological safety, wind energy, Carpathian region, wind farm, environmental impact assessment, impact significance, wind energy potential, geospatial constraints, wind turbine.

Москальчук Наталія Михайлівна

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	13
ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1 СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ	19
1.1 Аналіз використання енергії вітру в Україні	19
1.2 Оцінка впливу на довкілля	23
1.2.1 Визначення значущості впливів в процедурі ОВД	23
1.2.2 Особливості впливів на довкілля від ВЕС	31
1.2.3 Шляхи зменшення негативних впливів від ВЕС	35
1.3 Дослідження вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону	37
1.4 Геопросторове планування при виборі майданчиків ВЕС	40
Висновки до розділу 1	43
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЗНАЧУЩОСТІ ВПЛИВІВ НА ДОВКІЛЛЯ ВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	45
2.1 Попередня екологічна оцінка	47
2.1.1 Визначення складу компонентів природного середовища	49
2.1.2 Визначення складу компонентів соціально-економічного середовища	49
2.2 Заходи з запобігання чи пом'якшення впливів на довкілля	50
2.3 Оцінка значущості впливів на довкілля	53
2.3.1 Критерії значущості впливів на довкілля	54
2.3.1.1 Критерії значущості впливів на природне середовище	54
2.3.1.2 Критерії значущості впливів на соціально-економічне середовище	56
2.3.2 Хід визначення значущості впливів на довкілля	58
Висновки до розділу 2	64
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ	65
3.1 Формування вітрового режиму	66

3.2	Середня швидкість вітру	66
3.3	Класифікація швидкостей вітру для цілей вітроенергетики	74
3.4	Вертикальний профіль вітру	75
3.5	Максимальна швидкість вітру	81
3.6	Напрямок вітру	83
3.7	Повторюваність перспективних швидкостей	86
3.8	Вітроенергетичний потенціал	90
3.8.1	Питома потужність вітру	90
3.8.2	Питомий вітроенергетичний потенціал	94
3.8.3	Технічний вітроенергетичний потенціал	95
3.8.3.1	ВЕУ великої потужності	97
3.8.3.2	ВЕУ середньої потужності	102
3.8.3.3	ВЕУ малої потужності	107
	Висновки до розділу 3	111
	РОЗДІЛ 4 ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАЙДАНЧИКІВ РОЗТАШУВАННЯ ВЕС (НА ПРИКЛАДІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)	114
4.1	Аналіз вітроенергетичного потенціалу	116
4.2	Геопросторові обмеження	116
4.2.1	Орографічні обмеження	116
4.2.2	Технічні обмеження	120
4.2.3	Екологічні обмеження	121
4.2.3.1	Природні екологічні обмеження	121
4.2.3.2	Соціально-економічні екологічні обмеження	132
4.3	Критерії геопросторових обмежень	137
4.4	Застосування алгоритму вибору майданчика розташування ВЕС на місцевому рівні	138
	Висновки до розділу 4	146
	РОЗДІЛ 5 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЗНАЧУЩОСТІ ВПЛИВІВ НА ДОВКІЛЛЯ (НА ПРИКЛАДІ ВЕС «ШЕВЧЕНКОВЕ-1»)	148

5.1	Характеристика ВЕС та території будівництва	148
5.2	Запобігання та пом'якшення впливів від ВЕС «Шевченкове-1»	151
5.3	Оцінка значущості впливів ВЕС «Шевченкове-1» на довкілля	153
5.3.1	Оцінка значущості впливів на окремі компоненти довкілля	153
5.3.2	Зведена оцінка значущості впливів ВЕС «Шевченкове-1» на довкілля	173
	Висновки до розділу 5	180
	ВИСНОВКИ	181
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	183
	ДОДАТКИ	200

Москальчук Наталія Михайлівна

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВДЕ – відновлювальні джерела енергії

ВЕ – відновлювальна енергетика

ВЕС – вітрова електростанція

ВЕУ – вітрова електрична установка

ГІС – геоінформаційні системи

ДЗЗ – дистанційне зондування Землі

ОЕС – об'єднана енергетична система

ОВД – оцінка впливу на довкілля

ПЗФ – природно-заповідний фонд

СЕА – стратегічний екологічний аналіз

СЕО – стратегічна екологічна оцінка

СЗЗ – санітарно-захисна зона

Москальчук Наталія Михайлівна

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Об'єкти традиційної енергетики (ТЕС, АЕС, ГЕС) зумовлюють різноманітні впливи на компоненти довкілля: повітря, клімат, води, ґрунти і живу природу, ландшафт та здоров'я людей. Зменшення негативних впливів від об'єктів енергетики можливе шляхом зниження енергоємності економіки та переходу на відновлювальні джерела енергії (ВДЕ), які дають змогу скорочення викидів шкідливих речовин, зменшення імпорту традиційних видів палива та підвищення енергонезалежності держави. Необхідність даних дій зумовлене міжнародними зобов'язаннями України у межах «Договору про заснування Енергетичного Співтовариства» [1, 2] та підтверджуються імплементацією європейських норм в законодавство України, державною та регіональною політикою окресленою в «Стратегії сталого розвитку «Україна–2020» [3], «Енергетичній стратегії України на період до 2035 року» [4], «Національному плані дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 року» [5], «Стратегії регіонального розвитку Івано-Франківської області на період до 2020 року» [6].

Зміни в енергетичній політиці ведуть до реформування енергетичного сектору, зокрема перерозподілу в структурі загального первинного постачання енергії (ЗППЕ), який полягає у зниженні постачання енергії з викопних ресурсів та збільшення частки відновлювальної енергетики (ВЕ) з 4% у 2015 р. до 25% у 2035 р. [4]. Згідно з прогностичними оцінками найбільше виробництво електроенергії з ВДЕ (без врахування великих ГЕС) припадатиме на вітроенергетику [5].

У даний час особливої уваги надають завданням вивчення і розробки технічних особливостей використання ВДЕ. Водночас не досить глибоко досліджені питання екологічної безпеки ВЕ. Впровадження нових об'єктів, у тому числі вітроелектростанцій (ВЕС), вимагає комплексу передінвестиційних досліджень, які повинні складатись з оцінки вітроенергетичного потенціалу території, геопросторового планування з врахуванням обмежень, проведення процедури оцінки впливу на довкілля (ОВД).

Актуальність проблеми викликана стрімким будівництвом об'єктів ВЕ без наукового обґрунтування їх екологічної безпечності, що у сукупності може викликати призупинення інвестиційних проєктів через відмову чи видачу негативного висновку з ОВД у зв'язку з наявністю значних впливів, спротивом громадськості, невідповідністю цільовим програмам розвитку територій. Тому дослідження спрямовані на удосконалення окремих етапів процедури ОВД та геопросторового планування території для вітроенергетичних проєктів є актуальними і важливими для підвищення рівня екологічної безпеки при використанні енергії вітру у Карпатському регіоні.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження виконано в рамках науково-дослідних держбюджетних робіт Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за темами: Д-5-15-Ф «Методологія екологічно безпечного використання відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону» (№ 0115U002280, 2015–2017 рр.) та «Технології захисту навколишнього середовища шляхом контролю, моделювання та прогнозування стану довкілля» (№ 0118U006601, 2017-2020 рр.).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення рівня екологічної безпеки при реалізації проєктів вітрової енергетики для Карпатського регіону шляхом удосконалення окремих етапів процедури ОВД та геопросторового планування території проєктованої діяльності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі *завдання*:

1. Дослідити особливості проведення ОВД та запропонувати методіку оцінки значущості впливів як складової процедури ОВД проєктів відновлювальної енергетики з подальшою її реалізацією на прикладі ВЕС, що проєктується.
2. Розробити технічні рішення зменшення впливів на довкілля від реалізації вітроенергетичних проєктів.
3. Оцінити вітроенергетичний потенціал Карпатського регіону: встановити можливі сучасні зміни вітрових характеристик, виділити перспективні території для вітроенергетичних проєктів та спрогнозувати показники

виробітку електроенергії конкретних ВЕУ з врахуванням величини заміщення викопних джерел палива.

4. Обґрунтувати складові екологічно безпечного геопросторового планування території при виборі перспективних майданчиків розташування ВЕС та практично застосувати алгоритм вибору майданчика.

Об'єктом дослідження є впливи на довкілля від використання енергії вітру у Карпатському регіоні.

Предметом дослідження окремі етапи процедури ОВД вітроенергетичних проєктів та геопросторове планування території на основі оцінки вітроенергетичного потенціалу і врахування обмежень.

Методи досліджень: під час виконання роботи використовувались 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.

Наукова новизна отриманих результатів. В результаті виконання завдань дисертаційної роботи отримано нові науково обґрунтовані підходи до підвищення рівня екологічної безпеки при використанні енергії вітру, а саме:

1. Вперше для оцінки значущості впливів від реалізації проєктів відновлювальної енергетики як складової процедури ОВД запропоновано використання багатокритеріального аналізу шляхом поєднання бального методу при визначенні параметрів ймовірності, просторового масштабу, тривалості та інтенсивності й методу таблиць та матриць при порівнянні впливів, етапів діяльності та альтернатив.
2. Набули подальшого розвитку наукові підходи щодо зменшення впливів вітроенергетичних установок на орнітофауну шляхом застосування генераторів тороїдальних вихорів на майданчиках ВЕС.
3. Набули подальшого розвитку дослідження вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону шляхом встановлення сучасних змін показників вітрових

характеристик, виділення перспективних територій та прогнозування показників виробітку електроенергії конкретних ВЕУ, що дає змогу підвищити рівень екологічної безпеки регіону завдяки заміщенню викопних джерел палива та зменшенню негативних впливів на довкілля.

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

Особистий внесок здобувача. Всі результати дисертаційної роботи отримано автором особисто. З робіт, опублікованих у співавторстві, в дисертації представлені лише власні ідеї та результати.

Апробація матеріалів дисертації. Результати досліджень доповідалися та були опубліковані у матеріалах всеукраїнських, міжнародних та закордонних конференцій: міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (Кременчук, 2015 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки» (Харків, 2015 р.), закордонній міжнародній конференції «Innovative ideas in science 2015» (Бая Маре, Румунія, 2015 р.), всеукраїнській конференції молодих вчених «Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення» (Київ 2016 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Екогеофорум-2017. Актуальні проблеми та інновації» (Івано-Франківськ, 2017 р.), закордонній міжнародній конференції «Innovative Ideas in Science 2017» (Банья Лука, Боснія і Герцеговина 2017 р.), всеукраїнській міжвузівській науково-технічній конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві (Суми, 2018 р.), закордонній міжнародній конференції «Innovative Ideas in Science 2018»: International conference, (Бая Маре, Румунія, 2018 р.), міжнародній конференції «Нафтогазова енергетика – 2019», (м. Івано-Франківськ, 2019 р.).

Практичне значення отриманих результатів.

1. Проведено оцінку вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону.
2. Удосконалено алгоритм 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, та застосовано на прикладі Івано-Франківської області.
3. Проведено оцінку значущості впливів на довкілля ВЕС «Шевченкове-1» з метою обґрунтування рішення про впровадження проєкту.
4. Запропоновано спосіб відлякування птахів від вітрових турбін вітроелектростанцій, захищений патентом на корисну модель № 104389.

Отримані в дисертації теоретичні результати мають важливе практичне значення, оскільки можуть бути використанні територіальними органами влади у програмах розвитку вітроенергетики від регіонального до місцевих рівнів, експертами та уповноваженими органами у передінвестиційних дослідженнях для ВЕС, у навчальній та науковій діяльності.

Матеріали дисертаційних досліджень впроваджено:

- в діяльність управління екології та природних ресурсів Івано-Франківської обласної державної адміністрації – оцінка вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону та визначення перспективних майданчиків розташування вітроелектростанцій на території Івано-Франківської області (Акт впровадження від 18.02.2019 р.).
- в навчальний процес в Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу при викладанні дисциплін «Оцінка впливів на довкілля», «Комп'ютерна обробка екологічної інформації», «Екологічна безпека», «Геоінформаційні системи в екології» (Акт впровадження від 21.12.2018 р.).

Публікації. 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.

РОЗДІЛ 1

СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ

1.1 Аналіз використання енергії вітру в Україні

За даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості України у 2018 р. виробництво електроенергії склало 159,35 млрд кВт·год [7]. Основні генеруючі потужності Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України зосереджені на 4 атомних електростанціях (АЕС), 8 гідроелектростанціях (ГЕС), 3 гідроакumuлюючих електростанціях (ГАЕС), 12 теплоелектростанціях (ТЕС), 3 великих теплоелектроцентралях (ТЕЦ) [8].

Загальна встановлена потужність генерацій ОЕС України на кінець 2018 року (без урахування виробників АР Крим та тимчасово окупованих територій Луганської та Донецької областей) складає 49,97 ГВт, з яких 55,9% припадає на теплоенергетику, 27,7% – на атомну енергетику, 12,3% – на гідроенергетику, 4,1% – на відновлювану енергетику (рис.1.2) [9].

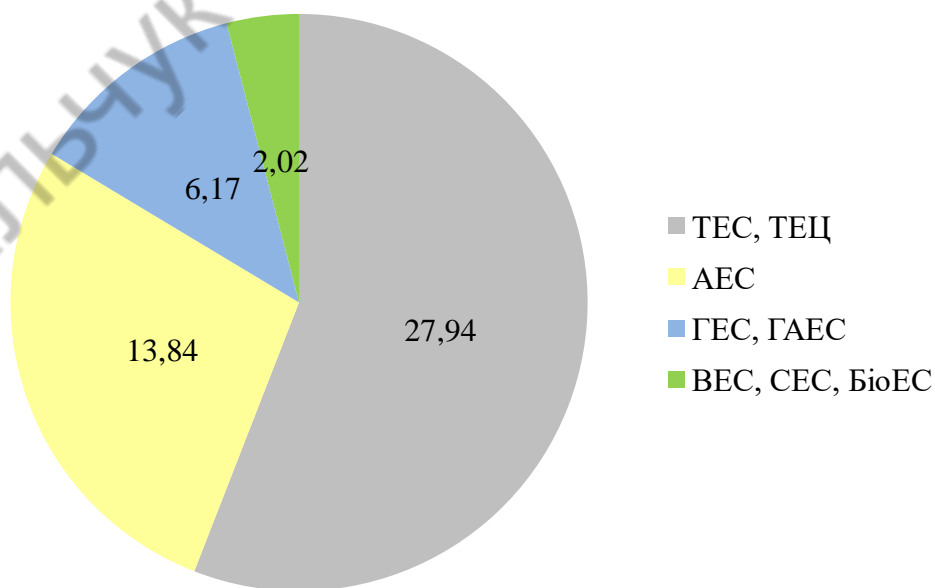


Рис. 1.1. Встановлена потужність електростанцій України, ГВт [9].

Енергетична стратегія України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” поряд зі зниженням енергоемності економіки передбачає підвищення енергетичної незалежності України шляхом зниження імпорту енергоресурсів та збільшення виробництва традиційних і відновлювальних джерел енергії (табл.1.1). Стале розширення використання відновлюваної енергетики стане також одним з інструментів зниження викидів CO₂ [4].

Таблиця 1.1

Орієнтований прогноз виробництва енергії, млрд кВт·год (за даними [4])

Найменування складових структури генерації електричної енергії	2015 рік	2020 рік	2025 рік	2030 рік	2035 рік
АЕС	87,6	85	91	93	94
ТЕС, ТЕЦ	67,5	60	64	63	63
Гідро	7	10	12	13	13
ВДЕ (сонце і вітер)	1,6	9	12	18	25
Всього	163,7	164	178	185	195

Розвиток ВДЕ за базовим сценарієм Енергетичної стратегії передбачає збільшення частки генерації енергії ВЕС та СЕС від 5,5% у 2020 р., до 13% у 2035 р. Для порівняння, за 2018 рік виробництво електроенергії ВЕС та СЕС склало 2,08 млрд кВт·год або 1,35 % від загального обсягу виробництва електричної енергії енергетичними компаніями та електростанціями України [7].

Ще оптимістичнішими є дослідження потенціалу ВЕ у країнах Південно-Східної Європи «Cost competitive renewable power generation: potential across SEE», яке провело Міжнародне агентство з ВДЕ (IRENA) у 2017 р. та показало, що Україна має найбільший технічний потенціал ВДЕ серед країн Південно-Східної Європи – 408,2 ГВт (не враховуючи великі ГЕС). Найперспективнішим є впровадження вітро- та геліоенергетики: 321 ГВт та 71 ГВт відповідно. Загальний

потенціал виробництва електроенергії з ВДЕ може скласти понад 1 млн ГВт·год на рік, з яких приблизно 85% складає вітрова енергетика – 859 тис.ГВт·год. [10]

Розвиток вітроенергетичного сектору України розпочався у 1996 р. з проєктом Новоазовської ВЕС потужністю 50 МВт. У 2000 р. в Україні працювало вже 134 ВЕУ [11]. З початком дії «Зеленого тарифу» у 2009 р., який був введений змінами до Закону України «Про електроенергетику» [12] та став суттєвим фактором залучення інвестування в ВЕ завдяки встановленню вищих закупівельних цін на енергію з ВДЕ порівняно з традиційною енергетикою, розпочався стрімкий ріст будівництва ВЕС (рис.1.2). Станом на кінець 2018 р. загальна встановлена вітроенергетична потужність в Україні зростає до 661,84 МВт, з яких 532,85 МВт знаходяться на материковій частині України (див. рис.1.2). Встановлена потужність ВЕС в Криму не змінилась і як у 2013 р. становить 87,8 МВт. У 2018 р. ВЕС, розташовані на материковій частині України, виробили 1181 млн кВт·год електроенергії [13].

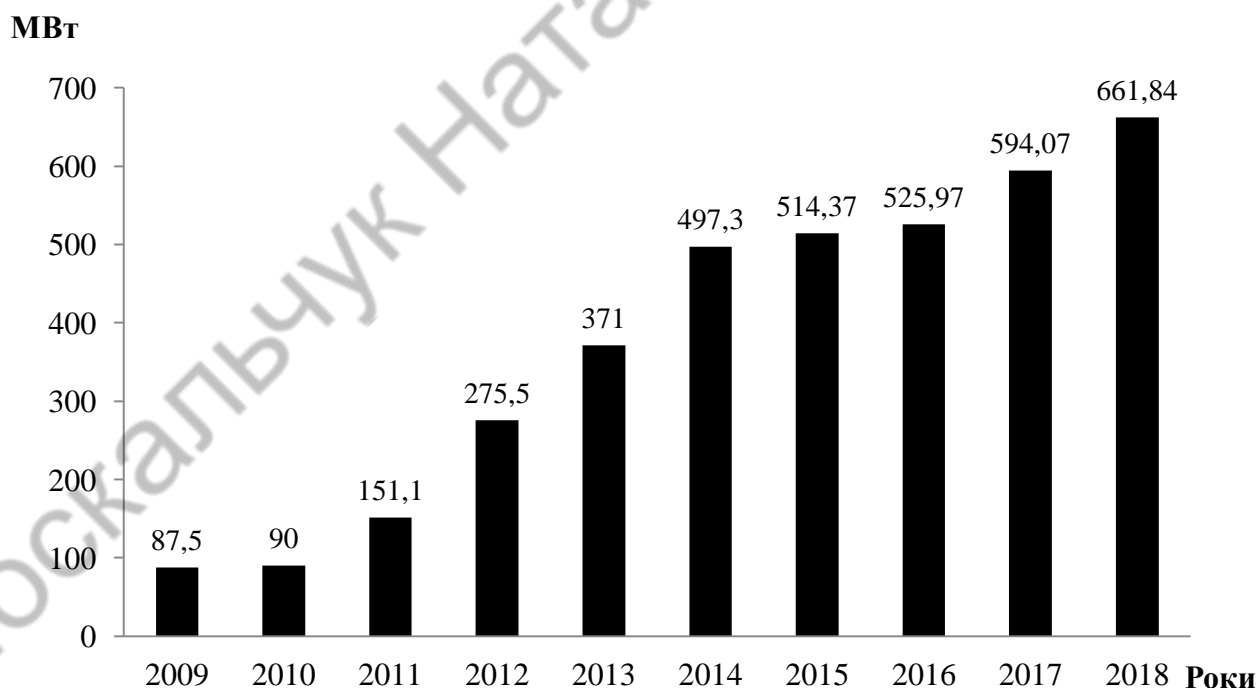


Рис. 1.2. Динаміка розвитку вітроенергетичного сектору України (за даними [13])

З точки зору встановленої вітроенергетичної потужності на кінець 2018 р. лідирує Запорізька область – 200 МВт (37,5%), в якій розташована одна з найбільших у Європі Ботієвська ВЕС. 138 МВт (26%) знаходяться на окупованій Російською Федерацією території у Донецькій та Луганській областях та на даний час не виробляють електроенергію для ОЕС України (рис.1.3).

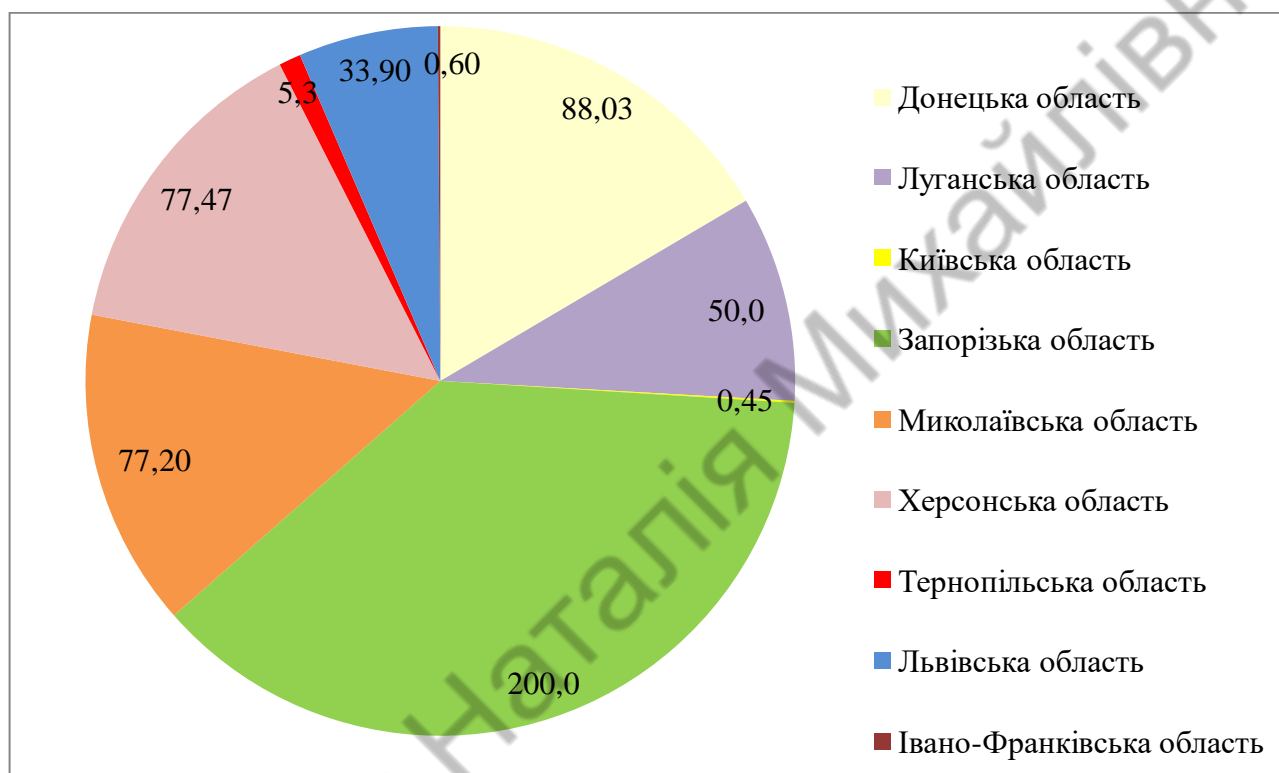


Рис. 1.3. Розподіл вітроенергетичних потужностей по областях материкової частини України, МВт (за даними [14])

Карпатський регіон України ще не достатньо охоплений вітроенергетичним розвитком. У 1997 р. запрацювала пілотна Трускавецька (Східницька) ВЕС, потужністю 0,7 МВт, на її основі проводились дослідження ефективності створення ВЕС у Карпатах, на даний час ВЕС не працює. Щодо працюючих об'єктів, то впродовж 2016 р. 6,6 МВт були введені в експлуатацію на ВЕС «Старий Самбір», яка є першою у Західному регіоні України. На даний час загальна потужність ВЕС «Старий Самбір» становить 13,2 МВт, ВЕС складається із 4 ВЕУ Vestas V112 номінальною потужністю 3,3 МВт виробництва данської компанії. Очікується, що щорічно ВЕС «Старий Самбір» вироблятиме біля 36,0

млн кВт·год екологічно чистої електроенергії. У 2017 р. реалізовано вітроенергетичний проєкт ВЕС «Старий Самбір-2» потужністю 20,7 МВт, з перспективним щорічним виробітком 56 млн кВт·год енергії. Генерує електроенергію перша вітроелектростанція в Івано-Франківській області – ВЕС «Шевченкове-1», загальна потужність якої становитиме 6,4 МВт. Перша черга будівництва ВЕС «Шевченкове-1», що складається з однієї ВЕУ Nordex N43/600 потужністю 0,6 МВт, введена в експлуатацію у грудні 2017 року [13,14].

Нарощення виробництва енергії з ВДЕ, в тому числі з енергії вітру вимагатиме залучення нових перспективних на енергетичні ресурси територій, зокрема в Карпатському регіоні. Зважаючи на те, що даний регіон є екологічно чутливим через велику концентрацію територій і об'єктів ПЗФ, густу річкову мережу, високий відсоток лісистості, необхідним є підвищення рівня екологічної безпеки при реалізації проєктів вітрової енергетики для Карпатського регіону шляхом удосконалення окремих етапів процедури ОВД та геопросторового планування території проєктованої діяльності.

1.2 Оцінка впливу на довкілля

1.2.1 Визначення значущості впливів в процедурі ОВД

Стимулювання розвитку в Україні вітроенергетики та діяльність у цій сфері базується на чинному державному законодавстві, яке можна умовно поділити на такі групи:

1.1 Законодавство у сфері ВДЕ

- Закон України «Про електроенергетику» [12];
- Закон України «Про альтернативні джерела енергії» [15];
- Закон України «Про енергозбереження» [16];
- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» [17];
- Закон України «Про приєднання України до Статуту Міжнародного агентства з ВДЕ (IRENA)» [18].

- Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [4];
- Національний план дій з ВЕ на період до 2020 року [5].

1.2 Природоохоронне законодавство

- Закон України «Про охорону навколишнього середовища» [19];
- Земельний кодекс України [20];
- Водний кодекс України [21];
- Лісовий кодекс України [22];
- Кодекс України про надра [23];
- Закон України «Про природно-заповідний фонд України» [24];
- Закон України «Про охорону атмосферного повітря» [25];
- Закон України «Про тваринний світ» [26];
- Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» [27];
- Закон України «Про стратегічну екологічну оцінку» [28].

18 грудня 2017 року введено в дію Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» [27], яким передбачається запровадити ОВД при прийнятті рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля, беручи до уваги державні, громадські та приватні інтереси. З введенням в дію даного Закону втратив чинність Закон України «Про екологічну експертизу». За положеннями Закону «Про ОВД» оцінці впливу на довкілля підлягає широке коло видів планованої діяльності, які розділені на дві категорії. Види діяльності, що належать до першої категорії підлягають обов'язковому розгляду щодо наявності підстав для здійснення оцінки транскордонного впливу на довкілля згідно з міжнародними зобов'язаннями України. До другої категорії об'єктів належать також види діяльності, які пов'язані з використанням ВДЕ: гідроелектростанції на річках незалежно від потужності; вітрові парки та ВЕС, що мають дві і більше турбіни або висота яких становить 50 метрів і більше (ст.3 пп. 3.4). Об'єкти ВДЕ, зокрема ВЕС, раніше не відносились до Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку за додатком Е ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при

проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд [29], тобто для них не вимагалась проходження процедури ОВНС у складі проектної документації в процедурі екологічної експертизи.

Згідно з статтею 2 Закону [27], «ОВД – це процедура, що передбачає:

- 1) підготовку суб'єктом господарювання звіту з оцінки впливу на довкілля;
- 2) проведення громадського обговорення;
- 3) аналіз уповноваженим органом інформації, наданої у звіті з оцінки впливу на довкілля, будь-якої додаткової інформації, яку надає суб'єкт господарювання, а також інформації, отриманої від громадськості під час громадського обговорення, під час здійснення процедури оцінки транскордонного впливу, іншої інформації;
- 4) надання уповноваженим органом мотивованого висновку з оцінки впливу на довкілля, що враховує результати аналізу, передбаченого пунктом 3 цієї частини;
- 5) врахування висновку з оцінки впливу на довкілля у рішенні про провадження планованої діяльності».

Вперше в Україні наукове обґрунтування та практичне впровадження процедури ОВД висвітлено в дисертаційній роботі Адаменка Я.О. [30], де застосовано провідні процесуальні етапи екологічної оцінки для ОВНС в Україні. Автором пропонується проводити процес екологічної оцінки як послідовність таких складових:

- Попередня екологічна оцінка (скринінг);
- Визначення завдань екологічної оцінки – скоупінг;
- Генералізація, порівняння та вибір альтернатив;
- Оцінка параметрів навколишнього середовища;
- Пом'якшення впливів;
- Прийняття рішення.

Проектом ЄС «Підтримка України в апроксимації напрацьованого законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища» [31] розроблені «Методичні рекомендації із проведення оцінки впливу на довкілля» з метою

надання допомоги органам державної влади, суб'єктам господарювання та іншим зацікавленим особам у практичному застосуванні Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» та розроблених на його виконання підзаконних нормативно-правових актів. Дані вказівки присвячені таким елементам як скоупінг, звіт про громадське обговорення, висновок з ОВД. Рекомендується перед підготовкою суб'єктом господарювання звіту з ОВД проводити скоупінг – надання уповноваженим органом умов щодо обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, яка повинна включатися до звіту з ОВД. На етапі скоупінгу необхідно визначити фактори довкілля, що зазнають найбільшого впливу від конкретної планованої діяльності та її альтернативних варіантів. Звіт про громадське обговорення та висновок з ОВД рекомендується готувати паралельно [32].

Однак, на сьогодні не розроблено підзаконних нормативно-правових актів, які надають рекомендації для суб'єктів господарювання щодо підготовки звіту з ОВД, який згідно зі статтею 6 Закону «Про ОВД» [27] повинен включати:

«1) опис планованої діяльності, зокрема: ...оцінку за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів (скидів), забруднення води, повітря, ґрунту та надр, шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, а також випромінення, які виникають у результаті виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності;

2) опис виправданих альтернатив (наприклад, географічного та/або технологічного характеру) планованої діяльності, основних причин обрання запропонованого варіанта з урахуванням екологічних наслідків;

3) опис поточного стану довкілля (базовий сценарій) та опис його ймовірної зміни без здійснення планованої діяльності в межах того, наскільки природні зміни від базового сценарію можуть бути оцінені на основі доступної екологічної інформації та наукових знань;

4) опис факторів довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності та її альтернативних варіантів, у тому числі здоров'я населення, стан фауни, флори, біорізноманіття, землі (у тому числі вилучення земельних ділянок), ґрунтів, води, повітря, кліматичні фактори (у тому числі зміна клімату та викиди

парникових газів), матеріальні об'єкти, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину, ландшафт, соціально-економічні умови та взаємозв'язки між цими факторами;

5) опис і оцінку можливого впливу на довкілля планованої діяльності, зокрема величини та масштабів такого впливу (площа території та чисельність населення, які можуть зазнати впливу), характеру (за наявності – транскордонного), інтенсивності і складності, ймовірності, очікуваного початку, тривалості, частоти і невідворотності впливу (включаючи прямий і будь-який опосередкований, побічний, кумулятивний, транскордонний, короткостроковий, середньостроковий та довгостроковий, постійний і тимчасовий, позитивний і негативний вплив) ...;

6) опис методів прогнозування, що використовувалися для оцінки впливів на довкілля, зазначених у пункті 5 цієї частини, та припущень, покладених в основу такого прогнозування, а також використовувані дані про стан довкілля;

7) опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на довкілля, у тому числі (за можливості) компенсаційних заходів;

8) опис очікуваного значного негативного впливу діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю проекту до ризиків надзвичайних ситуацій, заходів запобігання чи пом'якшення впливу надзвичайних ситуацій на довкілля та заходів реагування на надзвичайні ситуації;...»

За умови відсутності національних роз'яснень доцільно опиратися на Настанови Європейської Комісії щодо підготовки звіту з ОВД “Guidance on the preparation of the Environmental Impact Assessment Report” [33] на виконання Директиви 2011/92 / ЄС «По оцінку впливу деяких державних і приватних проєктів на довкілля» зі змінами Директиви 2014/52/ЄС [34]. У Директиві 2011/92/ ЄС передбачено, що «значущі» (істотні) наслідки мають бути враховані при ОВД. Концепція «значущості» враховує, чи можна визначити вплив планованої діяльності як неприйнятний в екологічному та соціальному контексті. Оцінка значущості покладається на інформовані експертні висновки про те, що є

важливим, бажаним або прийнятним щодо змін, що викликані планованою діяльністю. Методика оцінки повинна пояснити, яким чином оцінювач вважає, чи відбудеться суттєвий вплив, дозволяючи іншим бачити вагу, прив'язану до різних факторів.

Методології оцінки чинників навколишнього середовища поділяються на дві групи абсолютні та порівняльні методи. На відміну від абсолютних методів, які використовують емпіричні значення для вироблення матеріалів, що передбачають майбутні умови, порівняльні методи використовують відносні засоби для передбачення різниці між множинами умов [35].

Практика ОВД у Великобританії [36] показує широке використання порівняльних методів оцінки впливів, результатом яких є різні рівні значущості (наприклад, великі, середні, незначні тощо). Цей підхід вважається хорошою практикою, оскільки беручи до уваги суб'єктивність оцінки, він намагається сприяти передачі величини впливу шляхом введення класифікації.

Визначення значущості не повинно бути виключною прерогативою фахівців: значущість повинна бути визначена таким чином, щоб відображати те, що оцінюється в навколишньому середовищі уповноваженим органам і громадськості. Загальним підходом, що використовується в ОВД, є застосування багатокритеріального аналізу. Загальні критерії, що використовуються для оцінки значущості, включають величину прогнозованого ефекту та чутливість середовища [33].

До методів порівняння багатокритеріальних змінних, які найчастіше використовуються в процедурах ОВД на етапах скоупінгу, оцінки впливів та порівняння альтернатив належать:

- метод контрольних списків;
- метод таблиць чи матриць;
- бальний метод;
- методи експертних оцінок;
- методи рангової кореляції та факторного аналізу;
- методи графічного накладання [35, 37].

Прикладом багатокритеріального аналізу, який можна використовувати для оцінки значущості впливу та для порівняння альтернатив, є Метод APVI – інструмент, що базується на Excel та дозволяє структурувати порівняння впливів, що діють на різні об'єкти, у різних напрямках і різних масштабах [38].

Важливим є прийняття у 2018 р. Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку» (СЕО) [28], який регулює відносини у сфері оцінки наслідків для довкілля виконання документів державного планування, зокрема енергетики, виконання яких передбачатиме реалізацію видів діяльності, щодо яких передбачено здійснення процедури ОВД. «Методичні вказівки із здійснення стратегічної оцінки документів державного планування» [39] рекомендують як інструменти поточного стану довкілля використовувати контрольні списки, матриці, карти ГІС, експертні оцінки, а для аналізу проєктів прив'язаних і, які включають однакові джерела впливів до конкретних територій використовувати «імпактний» – метод ОВД.

З огляду на те, що програми розвитку ВДЕ також потребують проведення СЕО методичну цінність має «Стратегічний екологічний аналіз (СЕА)» проведений Програмою фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF) Європейського Банку Реконструкції та Розвитку (ЄБРР) [40] з метою визначення оптимальних технологій ВЕ. Процес СЕА проводився відповідно до вимог Екологічної та соціальної політики й Інформаційної політики ЄБРР, а також згідно з положеннями Директиви ЄС 2011/92. Матеріали СЕА містять три складових елементи: екологічний звіт, 5 технічних звітів з розвитку окремих видів ВЕ (в т.ч. і вітрової) та план залучення зацікавлених сторін. Особливої цікавості заслуговує екологічний звіт, оскільки в ньому оцінюються загальні впливи ВЕ на природні ресурси, місцеві громади і економіку, а також визначаються стратегії мінімізації і пом'якшення впливу в процесі реалізації цього проєкту. Оцінка впливів ВЕ проводилась із застосуванням методики, яка базується на визначенні чутливості об'єкту та порівняльної ідентифікації впливів за параметрами імовірності, тривалості дії, інтенсивності впливу, території охоплення та ін. В результаті вплив ідентифікувався як значний чи незначний.

Закордонні керівні документи щодо процедури ОВД для ВЕС та СЕС [41-44] також вказують на необхідність визначення значущості впливу методом експертних оцінок на основі визначених критеріїв значущості, які мають враховувати зміну умов чи якості довкілля від впровадження планованої діяльності. Шкали класифікації значущості надають інформацію чи вплив є незначним, помірним або великим, і зазвичай представляються у вигляді матриці.

Застосування бального методу для визначення значущості впливів знайшло відображення в методиці RIAM (Матриці швидкої оцінки впливу) запропонованої данськими науковцями [45] і в «Методичних рекомендаціях з проведення ОВД в республіці Казахстан» [46], які були підготовлені в рамках проєкту ЄЕК ООН «Оцінка транскордонного впливу на навколишнє середовище: покращення співпраці між країнами Центральної Азії» та передбачають визначення величини впливів за такими критеріями як інтенсивність, тривалість та просторовий масштаб із застосування бальних шкал та подальшого визначення значущості впливу. Недоліком даної методики є неврахування ймовірності впливу.

Практичне застосування методу матриць Леопольда [47] в процедурі ОВД для ВЕС, яке запропоноване сербськими дослідниками [48], передбачає окремі матриці для оцінки інтенсивності, масштабу, ймовірності впливів на різних етапах будівництва, експлуатації та виводу з експлуатації ВЕС. Однак запропонована оцінка передбачає застосування бального методу тільки для показника інтенсивності впливів та не враховує сумарну дію декількох впливів на один компонент, що не дає змоги порівняти впливи та визначити найбільш значущі.

Щодо аналізу національних звітів з ОВД проєктів вітроенергетики, які розміщені у відкритому доступі у реєстрі ОВД на сайті Міністерства екології та природних ресурсів, то в них не використовувались порівняльні методики визначення значущості впливів [49-53].

У зв'язку з вищезазначеним є потреба у подальшому розвитку багатокритеріального аналізу для оцінки значущості впливів від реалізації

проектів ВЕ як складової процедури ОВД з подальшою її реалізацією на прикладі ВЕС, що проєктується.

1.2.2 Особливості впливів на довкілля від ВЕС

Існує три типи впливів, яких зазнає довкілля від ВЕС:

1. Загальні впливи від ВДЕ.
2. Впливи від будівництва.
3. Впливи від експлуатації ВЕС.

В «Посібнику для девелоперів» [54] Програми фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF) вказується, що всі проєкти з використання ВДЕ можуть нести потенційні загальні загрози для ландшафту, екосистем та місцевого населення, які необхідно розглядати при ОВД. Вони можуть включати:

- впливи на ландшафт та візуальний вплив від нових енергогенеруючих об'єктів, енерго- та транспортної мережі;
- впливи на флору, фауну та біорізноманіття через втрату середовища існування, фрагментацію ареалу;
- зміну у землекористуванні та виникнення конкуренції за використання цінних земель;
- впливи на чутливі об'єкти та території, зокрема ПЗФ, архітектурну, археологічну та культурну спадщину;
- впливи на об'єкти комунальної та приватної власності.

Впливи від будівництва характерні для всіх проєктів та включають:

- вплив на землі через вилучення та зміни у користуванні;
- вплив на ґрунт через його виймання, зняття верхнього родючого шару, видалення рослинності;
- вплив на атмосферне повітря через викиди шкідливих речових від транспорту та будівельних робіт, утворення пилу під час виконання земляних робіт;
- шумовий вплив при будівництві;

- вплив на інфраструктуру через підвищення навантаження на комунальні та транспортні мережі, утворення відходів.

Щодо особливих впливів від експлуатації ВЕС, то сюди відносять [41,43,44, 54-56]:

- вплив на ландшафт та візуальний вплив;
- вплив на птахів та кажанів;
- шум від ВЕУ;
- мерехтіння тіні;
- електромагнітне випромінювання;
- розкидання льоду;

Вплив на ландшафт та візуальний вплив. Спорудження ВЕС негативно впливає на якість та естетичний вигляд мальовничих ландшафтів на значних площах, оскільки нові штучні вертикальні об'єкти не вписуються в більшість природних ландшафтів [55,56]. В умовах пересіченого рельєфу видимість ВЕУ може бути обмеженою, але на рівнинних степових та орних ландшафтах вони будуть помітні на значній відстані. Особливо чутливими є об'єкти та території ПЗФ та неорганізовані мальовничі ландшафти. З огляду на це, оцінка впливу на ландшафт та оцінка візуального впливу, є найважливішими, але й найбільш суб'єктивними. Вона вимагає, по-перше, характеристики ландшафту, визначення його якості і чутливості, наявності природоохоронних, рекреаційних об'єктів чи територій. Після цього необхідно проводити оцінку впливу на ландшафт – дослідження зміни ландшафту і впливу цих змін на його цінність та оцінку візуальної привабливості – зміни пейзажу і сприйняття цих змін.

Вплив на птахів та кажанів. Робота ВЕУ та додаткові наземні ЛЕП можуть спричинити вплив на авіафауну через зіткнення, витіснення з їх ареалів та вплив на міграцію [41, 44, 54, 55]. ВЕС можуть завдати летальної шкоди птахам та кажанам двома основними шляхами: через зіткнення із самими лопатями ВЕУ та внаслідок збурення від зони турбулентного струменя повітря навколо них [44].

Дослідження німецьких вчених [57], в якому проведено аналіз 180 робіт з оцінки впливів ВЕУ на птахів та кажанів вказують на деякі видові особливості

поведінки. В період гніздування ВЕУ особливо не впливають на птахів, окрім качок, гусей та деяких інших видів водних птахів та птахів відкритих просторів, які уникали вітрових турбін на сотні метрів. Деякі види часто спостерігалися поруч і навіть в межах ВЕС, що частково сприяло підвищенню ймовірності зіткнення та загибелі. Однак, ВЕУ завдають значного впливу на птахів в період міграції, витісняючи їх з місць відпочинку та годівлі. Для певних видів існує тісний кореляційний зв'язок між висотою ВЕУ та відстанню уникнення. Із висотою ВЕУ також пов'язані показники зіткнення птахів: на вітрову турбіну висотою 100 м припадає в середньому 5 убитих птахів на рік.

Дані моніторингу впливу ВЕС на птахів польських дослідників [58] свідчать про відмінності у висоті весняної міграції птахів різних видів. Зокрема небезпечну для птахів висоту роботи ВЕУ (40-120 м) більшість птахів оминає: горобцеподібні пролітають на висоті до 40 м, качкові, журавлині – від 120 м, однак хижі птахи з однаковою частотою пролітають на різних висотах.

Дослідження також показують, що птахи та ВЕС можуть співіснувати, якщо майданчик проекту обраний з урахуванням цих аспектів.

Шум. Протягом експлуатації ВЕС можуть створювати шум та вібрацію. ВЕУ є джерелом двох типів шуму: механічного – від роботи коробки передач, генератора тощо і аеродинамічного – від обертання лопатей. У сучасних ВЕУ аеродинамічні шуми переважають над механічними.

Для оцінки шуму необхідно вимірювання фонового рівня шуму місцевості. Шум від ВЕУ залежить від її звукової потужності, яка вказується виробником становить 90-100 дБ. З відстанню рівень тиску зменшується, так на відстані 40 м, це призводить до звукового тиску у 50-60 дБ, що приблизно на рівні розмови.

За даними закордонного дослідження з впливу ВЕУ на здоров'я [59], в якому проаналізовано 162 наукових праць, вказується, що немає доведеної залежності між шумом від ВЕУ та будь-яким захворюванням. Проте є різні співвідношення людей, які проживаючи біля об'єктів ВЕС, скаржились на ВЕУ або шум від ВЕУ. Скарги на шум були більш поширені при будівництві ВЕС.

Тінь мерехтіння. Явище мерехтіння тіні виникає, коли при обертанні лопатей ВЕУ відкидається тінь на прилеглу забудову, яка є видимою через отвори цих будівель, переважно – вікна. Цей вплив можливий при накладанні таких умов як ясна погода, низьке розташування сонця над горизонтом, знаходження ВЕУ між сонцем і будівлею та відсутністю перешкод між сонячними променями і будівлею (рис. 1.4). Результатами відомих досліджень вказують, що у деяких людей спостерігання за рухом тіні від лопатей, чи сам рух може викликати запаморочення, втрату рівноваги, нудоту [60].

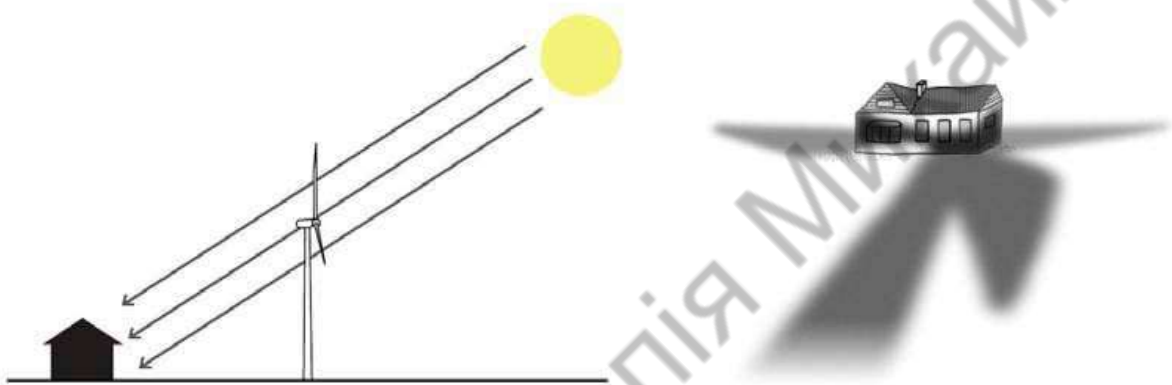


Рис. 1.4. Ефект мерехтіння тіні

Розкидання льоду. Падіння льоду, утвореного на лопатях вітрових турбін за від’ємних температур повітря, може бути причиною травм. Дані шведських дослідників вказують, що найважчі фрагменти до 10 кг падають біля самої ВЕУ, а легші частинки можуть відноситись на відстань до 600 м [61].

Електромагнітне випромінювання. Результати досліджень канадських вчених показують, що рівні магнітного поля в районі ВЕУ були нижчими, ніж від більшості звичайних побутових електроприладів та значно нижчими ніж будь-які чинні нормативи щодо здоров'я людей [62]. Однак відсутність аналізу території підвищує ймовірність впливу вежі та рухомих лопатей на телекомунікаційні сигнали. Також існує ймовірність впливу ВЕУ на радіолокаційні системи, системи посадки літаків або зони підготовки літаків [55].

Проаналізувавши основні негативні впливи від ВЕС варто зазначити, що оцінці повинні підлягати також позитивні впливи на соціально-економічне

середовище, зокрема економія органічного палива, підвищення туристичного попиту території у зв'язку з зацікавленістю новими об'єктами, зайнятість населення, підвищення доходів від орендної плати та податків та й саме виробництво електроенергії.

1.2.3 Шляхи зменшення негативних впливів від ВЕС

Державне та міжнародне законодавство у сфері ОВД вимагає застосування заходів з запобігання, відвернення, уникнення, зменшення (пом'якшення), усунення значного негативного впливу на довкілля та компенсаційних заходів.

З метою зменшення впливу на особливо чутливі місця або ландшафтні зони заходи з пом'якшення негативних наслідків впливу на ландшафт можуть застосовуватись вже на початковій стадії підготовки проєкту, зокрема шляхом зміни місця розташування ВЕС чи зниження висоти ВЕУ.

Дотримання нормативів рівня шуму є необхідною умовою для запобігання шумового впливу. Заходи з пом'якшення мають включати зменшення кількості ВЕУ, переміщення їх далі від чутливих реципієнтів, звукоізоляція деталей ВЕУ [55].

Для зменшення та запобігання ефекту мерехтіння тіні доцільно виконувати рекомендації щодо дотримання безпечної відстані не меншої ніж 10 діаметрів ротора. Зважаючи на те, що діаметр ротора сучасних ВЕУ близько 100 м, то відстань у 1000 м є достатньою для подолання ефекту мерехтіння, у більшості випадків [60].

Оскільки одним з основних об'єктів впливів ВЕС є орнітофауна [41, 44, 54], вибору місця розташування ВЕС повинні передувати пом'якшувальні заходи – моніторинг птахів: місця проживання, поведінки, міграційних шляхів, висоти польоту. До заходів зі зменшення впливів від ВЕС можна віднести також використання засобів відлякування птахів, які дозволяють уникнути зіткнень з ВЕУ. На сьогодні відлякування птахів можливе з використанням візуальних, акустичних чи радіолокаційних пристроїв.

Українськими науковцями В.С. Дідковським та ін. [63] описано пристрій для біоакустичного відлякування птахів, що складається з компресора та приєднаних до нього двох повітряних сирен динамічного типу. Даний пристрій не має застосування на майданчиках ВЕС. Найзначнішими недоліками акустичних пристроїв для відлякування птахів є підвищена інтенсивність звуку, що зумовлює негативний вплив на живі організми та людей.

Інший спосіб і систему відлякування птахів пропонує Melvin L. Kreithen [64]. Робота системи полягає у випромінюванні імпульсів мікрохвильової енергії частотою 1-40 ГГц, яке здатне сприйматися слуховою системою птахів та застерігати їх. Як додаткові засоби можна використовувати інфразвук та ультрафіолетове світло. Система працює в режимі очікування до попередження детектором близькості про наявність птахів, після чого йде випромінювання мікрохвильової енергії. Оскільки система відлякування працює зі швидкістю світла, то може передавати сигнали невідчутні для людини. Недоліком даного способу є його технічна складність та висока вартість.

Зважаючи на вищенаведене, є потреба в застосуванні нових способів відлякування орнітофауни, які не є технічно складним та вартісними та не чинять негативного впливу на довкілля.

1.3 Дослідження вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону

Оцінка вітрових ресурсів для потреб енергетики базується на інформації про просторово-часовий розподіл характеристик вітру, які враховують його природну структуру та можливість використання енергії вітру, дають змогу встановити його енергетичну цінність і визначити можливі режими роботи ВЕС. Основним джерелом первинних даних для таких досліджень є спостереження за вітровими характеристиками на державних гідрометеопостах. Спостереження проводять за єдиною методикою встановленою Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО), охоплюють значні періоди і є великою базою даних.

Дослідження ресурсів вітрової енергії: статистична обробка метеорологічних даних, встановлення швидкості вітру на висоті ВЕУ, розрахунок основних вітроенергетичних показників базуються на методичних вказівках для метеослужб [65,66], керівництвах для авіації [67], теорії вітроенергетики [68-73], кліматичних атласах і кадастрах [74-76], новітніх дослідженнях Будзяка В. М., Величка С. А., Волкової О. О., Головка В. М., Дмитренка Л.В., Кузнєцова М. П., Молодан Я. Є., Некос А. Н., Рамазанової З. У., Точеного В. А. та ін. [77-89].

Активні дослідження потенціалу ВДЕ в Україні збігаються по часу з узагальненням кліматичної інформації Центральною геофізичною обсерваторією у «Кліматичний кадастр України» [74], однією з частин якого є «Атмосферний тиск і вітер». У кадастрі систематизовано та проаналізовано дані по 187 метеостанціях України за період 1961-1990 рр. Він став основою для підготовки у 2003 р. монографії «Клімат України», у якій теоретично обґрунтовано кліматичну систему, визначено особливості формування клімату та кліматоутворюючих факторів [75].

У 2000-х рр. проведено ряд досліджень з визначення перспективних вітроенергетичних територій на основі районування України.

Інститутом електродинаміки НАН України спільно з Державним комітетом України з енергозбереження було створено «Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України» На основі обробки статистичних метеорологічних даних швидкості та повторюваності швидкості вітру здійснено картографічне районування території України за питомим вітроенергетичним потенціалом на різній висоті [76].

Еколого-економічну оцінку вітроенергетичних ресурсів та виділення на території України перспективних для розвитку вітроенергетики районів, яке базується на значенні середньорічної швидкості вітру провів Будзяк В. М. [77].

Комплексною роботою з оцінки вітро-, геліо- та гідроенергетичних ресурсів та технологій їх використання є «Енергетика навколишнього середовища» Величко С.А. [78], в якій запропоновано картографічні моделі просторово-часового розподілу ресурсів ВЕ. В його дисертаційному

дослідженні [79] оцінено ресурси сонця та вітру для їх використання у гібридних геліовітроенергетичних системах на рівнинній території України, побудовано карти сумарного потенціалу.

У праці Дмитренка Л.В. та Барандіча С.Л. [82] наведено результати районування території України на основі середньої швидкості вітру, питомої потужності, сумарних вітроенергоресурсів та тривалості різної швидкості вітру.

Макаровський Є. Л. та Зінич В. О. [88] пропонують методику оцінки валового (природно-кліматичного) та технічного вітрового енергетичного потенціалу з виключенням територій непридатних для розташування ВЕУ.

Розрахунки для оцінки вітрового потенціалу деяких районів України враховуючи фактор орографії та захищеність метеорологічних майданчиків, виконано у роботі Швень Н.І. [89].

Результати дослідження вітроенергетичного потенціалу України з виділенням перспективних районів подаються у «Технічному звіті з оцінки потенціалу відновлюваної енергетики в Україні: Енергія вітру» підготовленого в рамках СЕА USELF [40].

Оскільки об'єктом дисертаційної роботи є впливи на довкілля від використання енергії вітру у Карпатському регіоні, особливої цікавості заслуговують дослідження вітроенергетичних ресурсів даної території. Так, в рамках проєкту «Carpatclim» [90] на основі інтерполяції гомогенізованої бази даних за період 1961-2010 рр. було створено атласи Карпатського регіону Європи. Учасниками проєкту були гідрометеослужби країн Карпатського регіону, в тому числі і Гідрометслужби України. Електронний атлас проєкту дозволяє самостійно створювати різноманітні карти змінюючи метеовеличини, періоди спостережень, територію. Серед представлених характеристик вітру – швидкість вітру на висоті 10 і 2 м, напрям вітру на висоті 10 м. Вітроенергетичні дослідження групи українських науковців виконані в рамках цього проєкту представлені також в роботі В. В. Осадчого та ін. [91], в якій на основі даних спостережень проведено оцінку сучасного стану (за період 1981-2010 рр.) вітроенергетичних ресурсів регіону. Побудовано карти вітроенергетичного потенціалу Українських Карпат на

висоті 10, 30 та 50 м. Варто зазначити, що оскільки дослідження територіально обмежуються Карпатами, то не представлено дані по тих метеостанціях, які розташовані за межами Карпат, однак входять до адміністративних областей Карпатського регіону України (Рава-Руська, Кам'янка-Бузька, Броди Львівської області).

Різні особливості використання ВДЕ в Карпатському регіоні розглянуто в роботах Адаменка О.М., Адаменка Я.О., Архипової Л.М., Габрель М.С., Михайліва М.І., Мандрика О.М., та ін. [92-101]. Однією з пілотних наукових робіт щодо вивчення вітрового потенціалу Карпатського регіону була праця [92], де авторами обґрунтовується так званий «вітроенергетичний коридор».

Цікавою з огляду на схожість об'єкту (вітроенергетичний потенціал Кримського півострова) та методику досліджень є дисертаційна робота Рамазанової З.У. [86], у якій пропонується оцінювання просторової репрезентативності інформаційного покриття території Кримського півострова джерелами даних характеристик вітру; довгострокове прогнозування виробітку електроенергії ВЕУ на основі даних спостережень в умовах часткового затінення давачів характеристик вітру; створення карт довгострокового прогнозу виробітку електроенергії ВЕУ на території регіону.

Оцінки вітрових ресурсів регіонального рівня пропонується і в дослідженнях російських науковців [102,103].

Ряд робіт присвячена оцінці вітроенергетичного потенціалу на місцевому та локальному рівнях. Зокрема у працях Молодан Я.Є. щодо оцінки вітрового режиму Харківської області пропонується при розрахунку середніх швидкостей враховувати відкритість метеостанцій [84,85]. Статистичний аналіз вимірів швидкості вітру в м. Києві дав можливість визначити залежність питомої потужності виробництва вітрової енергії від повторюваності швидкості вітру [104]. У дисертаційному дослідженні Волкової О.О. методику оцінки вітроенергетичного потенціалу на регіональному рівні імплементовано на топічний рівень [80].

Як видно з аналізу досліджень оцінці вітроенергетичного потенціалу присвячені велика кількість наукових праць, що вказує на чималий інтерес до цієї теми. Однак вітроенергетичний потенціал саме Карпатського регіону не достатньо вивчений. Є потреба у комплексному дослідженні вітроенергетичних ресурсів, встановленні можливих сучасних зміни вітрових характеристик, виділені перспективних територій для вітроенергетичних проєктів та прогнозі показників виробітку електроенергії конкретних ВЕУ з врахуванням величини заміщення викопних джерел палива.

1.4 Геопросторове планування при виборі майданчиків ВЕС

Попри те, що для ВЕС здійснення ОВД є обов'язковим, деякі проєкти впроваджуються без достатньої участі громадськості чи інших зацікавлених сторін, що може спричинити до неврахування їх інтересів. У зв'язку з цим, раціональне планування вибору території під проєкти вітроенергетики з врахуванням, окрім вітроенергетичних ресурсів, економічних, технічних, екологічних та інших критеріїв, дасть змогу значно знизити ймовірність перешкод планованій діяльності та підвищити її екологічну безпечність.

Просторове планування вітроенергетичних проєктів з використанням ГІС-технологій пропонується виконувати українськими [80,105,106] та закордонними вченими [107-112]. В основу поставлено виділення перспективних територій шляхом врахування сприятливих та обмежуючих факторів різного характеру з їх подальшим графічним накладанням.

Виключення територій може базуватись на вимогах законодавства чи на наукових дослідженнях. До першої категорії відносяться в більшості екологічні обмеження. Так, відсутність геопросторового планування може призвести до видачі висновку з ОВД про недопустимість провадження планованої діяльності через розміщення проєкту на територіях ПЗФ, охоронних зонах водних об'єктів, де така діяльність заборонена [32].

«Посібником для девелоперів» [54] Програми фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF) вказується на необхідність врахування при плануванні проєктів ВЕС ряду факторів, зокрема придатність майданчика, включаючи відповідний доступ до нього, відстань до населених пунктів і вплив на навколишнє середовище. У роботі наголошується, що успіх проєкту повинен забезпечуватись попередньою оцінкою вітрових ресурсів, врахуванням рельєфу та перешкод (ліс, будівлі), транспортної доступності, підключення до енергомережі, якості ґрунту, житлової забудови та інфраструктури. Вибір майданчика рекомендується проводити у два етапи. На першому – дослідити вітрові ресурси на висоті ВЕУ, а на другому – виключити з розгляду території, які є непридатними для будівництва ВЕС. В СЕА [40] цієї ж Програми розробка сценаріїв розвитку ВЕ в Україні першим етапом передбачає визначення перспективних територій, яке пропонується проводити з використанням інструментів ГІС. Як технічні виключення для розвитку вітроенергетики в Україні приймаються такі параметри:

- щільність вітру $< 300 \text{ Вт/м}^2$;
- ухил поверхні $> 20\%$;
- міські території;
- ключові водні об'єкти.

Некос. А.Н. та Молодан Я.Є [106] виділяють три групи факторів, які впливають на об'єкти вітроенергетики: природні (потужність вітрового потоку, зсувні ділянки, підтоплені ділянки, крутизна схилів, водні об'єкти, ліси, ПЗФ, природні екокоридори), технічні (транспортна та енергомережа, аеропорти) та соціальні (населені пункти, об'єкти археологічної та культурної спадщини).

В роботах з ГІС-планування, окрім виключення певних територій, враховують безпечні відстані. Так, врахування буферних відстаней до ВЕС подано в дисертаційному дослідженні Волкової О.О. [80]: населені пункти – 300 м; річки та водосховища – 400 м; ліси – 400 м; природоохоронні території – 500 м; транспортні мережі – 110 м.

Можливим є також комбіноване використання ГІС з багатокритеріальними методами. Значення обмежуючих критеріїв піддаються систематизації, визначенню вагових коефіцієнтів та ранжуванню. В результаті отримують карти перспективних територій, які диференціюються за економічними чи технічними показниками [106,99,102].

Зважаючи на те, що на сьогодні українським законодавством не визначено санітарно-захисні зони (СЗЗ) ВЕС чи безпечні відстані від них, а пропоновані розміри буферних зон з відомих досліджень часто різняться між собою чи не враховують особливостей досліджуваної території – Карпатського регіону, є потреба в науковому обґрунтуванні складових екологічно безпечного геопросторового планування території при виборі перспективних майданчиків розташування ВЕС та практичного застосування алгоритму вибору майданчика в межах Карпатського регіону.

Висновки до розділу 1

1. На основі аналізу стану та перспектив використання енергії вітру в Карпатському регіоні, як складової нарощення виробництва електроенергії в Україні, та, зважаючи на екологічну чутливість території, виявлено потребу в підвищенні рівня екологічної безпеки проєктів вітрової енергетики.

2. Через недостатність досвіду з ОВД проєктів відновлювальної енергетики та відсутність національних рекомендацій щодо її окремих складових встановлено необхідність розвитку багатокритеріального аналізу для оцінки значущості впливів від реалізації проєктів відновлювальної енергетики на довкілля з метою виявлення значних впливів та обґрунтування рішень про впровадження планованої діяльності.

3. Беручи до уваги той факт, що основним об'єктом впливу від ВЕС є орнітофауна, важливим є застосування нових екологічно безпечних, ефективних, технічно простих та недорогих способів зменшення негативних впливів, зокрема зіткнень птахів з ВЕС шляхом відлякування.

4. Зважаючи на неповноту вивчення вітроенергетичних ресурсів Карпатського регіону та сучасні зміни кліматичних характеристик, встановлено потребу в подальшому розвитку досліджень потенціалу Карпатського регіону з метою виділення перспективних територій та підвищення рівня екологічної безпеки регіону завдяки заміщенню викопних джерел палива та зменшенню негативних впливів на довкілля.

5. З огляду на відсутність законодавчо визначених СЗЗ для ВЕС та відмінності при врахуванні обмежень у відомих дослідженнях є необхідність в удосконаленні методів вибору майданчика розташування ВЕС шляхом врахування науково обґрунтованих геопросторових обмежень та використання ДЗЗ та ГІС для запобігання впливам на довкілля від реалізації вітроенергетичних проєктів.

Враховуючи проведений аналіз літературних джерел та окреслену проблематику і висновки, сформовані мета дисертаційної роботи, основні завдання, визначені об'єкт та предмет досліджень, зазначені вище.

Основні положення цього розділу викладені в публікаціях автора [168-170, 172, 174, 176, 179, 180, 185]

Москальчук Наталія Михайлівна

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЗНАЧУЩОСТІ ВПЛИВІВ НА ДОВКІЛЛЯ ПРОЄКТІВ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Поняття «значущості» є основною концепцією Директиви 2011/92 / ЄС «По оцінку впливу деяких державних і приватних проєктів на довкілля» [34]. Стаття 3 Директиви вимагає, щоб у звіті з ЕО були визначенні, описані та оцінені значні наслідки планованої діяльності, а величина значущості впливів має оцінюватися з урахуванням особливостей проєктованої діяльності. З цієї причини необхідним є обґрунтування визначення значущості, зокрема важливим є встановлення прозорості методології, яка пояснює методичні підходи оцінки і її практичне застосування.

Керуючись рекомендаціями методичних керівництв ЄС з питань екологічної оцінки [33,37], закордонними національними та регіональними настановами [41-44,46], державними методичними рекомендаціями зі здійснення СЕО [39], даними Стратегічного екологічного аналізу проведеного «Програмою фінансування альтернативної енергетики в Україні» [40], а також використовуючи досвід вітчизняних та міжнародних досліджень з даної проблеми на виконання вимог національного законодавства щодо складових звіту з ОВД (п.4-8 ст. 6 Закону «Про ОВД» [27]) запропоновано методика оцінки впливів на довкілля від реалізації проєктів ВЕ на основі багатокритеріального аналізу.

Методичні рекомендації зі здійснення СЕО [39] радять використання методичного підходу до оцінки значущості, який заснований на оцінці всіх виявлених впливів за єдиними якісними та кількісними критеріями, що відображають величину впливу (включаючи інтенсивність, просторове і часове охоплення, оборотність, ймовірність настання) і чутливість реципієнта. Багатокритеріальний порівняльний підхід з використанням різних методів дає можливість оцінити значущість в тих випадках, коли це не можливо зробити

використовуючи стандартні абсолютні методики. Окрім того такий підхід дозволяє зіставити різноманітні впливи.

В процесі ОВД планованої діяльності більшість впливів важко оцінити кількісно, особливо це стосується проєктів ВЕ, де немає «традиційних» викидів, скидів, накопичення відходів.

У зв'язку з цим для оцінки значущості впливів від реалізації проєктів відновлювальної енергетики як складової процедури ОВД запропоновано використання багатокритеріального аналізу шляхом поєднання бального методу при визначенні параметрів ймовірності, просторового масштабу, тривалості та інтенсивності й методу таблиць та матриць при порівнянні впливів, етапів планованої діяльності та альтернатив. Пропонована методика базується на бальному методі визначення значущості впливів на природне середовище, який використовується в процесі ОВД у республіці Казахстан [46] з додаванням параметра ймовірності впливу та підходах до оцінки впливів в рамках SEA USELF [40].

ОВД доцільно проводити у такій послідовності:

- визначення сфери, джерел та видів можливого впливу на довкілля (попередня екологічна оцінка);
- розробка комплексу заходів з запобігання чи пом'якшення (зменшення) впливів;
- оцінка величини та значення (значущості) впливів;
- прийняття рішення.

Потенційні впливи на компоненти довкілля, оцінка яких передбачається на першому етапі, можуть бути визначенні уповноваженим центральним органом, який надає умови щодо обсягу досліджень та рівня деталізації інформації [32]. З врахуванням основних впливів застосовуються заходи з запобігання чи пом'якшення. Потім, враховуючи заплановані заходи, проводиться оцінка значущості. Якщо впливи виявляються значними, до них застосовуються додаткові заходи, приймається рішення про вибір альтернативи чи відмову від діяльності.

2.1 Попередня екологічна оцінка

Процес визначення складу компонентів довкілля є базовим у загальному процесі ОВД. На цьому етапі мають бути обрані ті компоненти природного та соціально-економічного середовища, які можуть зазнати потенційних впливів. В Законі «Про ОВД» [27] цей етап прописаний статтею 6 п.4 «опис факторів довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності та її альтернативних варіантів»

Порівняльний аналіз Закону «Про ОВД» [27], Директиви 2011/92/ЄС «Про оцінку наслідків певних державних та приватних проєктів для навколишнього природного середовища» [34], ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проєктуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» [29] та Стратегічного екологічного аналізу «Програми фінансування альтернативної енергетики в Україні» (USELF) [40] дав змогу виділити компоненти довкілля, які повинні оцінюватись (табл. 2.1).

З аналізу нормативно-правових актів та програми видно, що оцінки потребує широке коло компонентів довкілля, які доцільно розділити на дві складові – природне та соціально-економічне середовище.

Попередня екологічна оцінка дає змогу ідентифікувати основні впливи конкретної планованої діяльності, які будуть визначальними у прийнятті рішень про її реалізацію. Аналіз потенційних впливів повинен ґрунтуватися на описі планованої діяльності, поточному стані довкілля (враховуючи його чутливість), аналізі звітів з ОВД аналогічних проєктів. Як допоміжний засіб для спеціалістів, що проводять ОВД, можуть бути розроблені контрольні списки, які спростять визначення ймовірності виникнення значних екологічних наслідків під час реалізації проєкту. Типові контрольні списки рекомендовані «Настановами з ОВД. Скоупінг» Європейської комісії [37].

Компоненти довкілля, для яких вимагається оцінка впливу

Закон «Про ОВД»	Директива 2011/92/ЄС	ДБН А.2.2-1-2003	CEA USELF
кліматичні фактори (у тому числі зміна клімату та викиди парникових газів)	землі, води, клімат грунти, повітря,	клімат і мікrokлімат	клімат та якість атмосферного повітря
повітря	землі, води, клімат грунти, повітря,	повітряне середовище	клімат та якість атмосферного повітря
землі (у тому числі вилучення земельних ділянок)	землі, води, клімат грунти, повітря,	грунти; геологічне середовище	геологічні умови і стан ґрунтів
ґрунти	землі, води, клімат грунти, повітря,	ґрунти	геологічні умови і стан ґрунтів
води	землі, води, клімат грунти, повітря,	водне середовище	поверхневі і підземні води
стан фауни, флори, біорізноманіття	біорізноманіття	рослинний і тваринний світ, заповідні об'єкти	ландшафтне і біологічне різноманіття
ландшафт	матеріальні цінності, культурна спадщина і ландшафт		ландшафтне і біологічне різноманіття
матеріальні об'єкти, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину	матеріальні цінності, культурна спадщина і ландшафт	техногенне середовище	населення і соціально-економічна ситуація; культурна спадщина
здоров'я населення	населення і здоров'я людини	соціальне середовище	населення і соціально-економічна ситуація
соціально-економічні умови			населення і соціально-економічна ситуація

2.1.1 Визначення складу компонентів природного середовища

Оцінку природного середовища запропоновано проводити за складовими, які прописані в Законі «Про ОВД» з додаванням компоненту «геологічне середовище», як у нормативному акті з ОВНС – ДБН А.2.2-1-2003, який діяв раніше, оскільки компонент «землі» доцільніше розглядати в розділі соціально-економічного середовища у контексті «вилучення земель». В результаті, удосконалений перелік складових оцінки буде таким:

- кліматичні фактори;
- атмосферне повітря;
- геологічне середовище;
- ґрунтовий покрив;
- водне середовище;
- флора, фауна та біорізноманіття.

Кожна складова може складатись з декількох об'єктів. Наприклад, компонент природного середовища *водне середовище* включатиме ресурси поверхневих вод, забруднення поверхневих вод, ресурси підземних вод, забруднення підземних вод тощо. Детальна структура кожного компонента може відрізнитись залежно від виду ВДЕ та може бути представлена у вигляді матриць.

2.1.2 Визначення складу компонентів соціально-економічного середовища

В статті 6 Закону «Про ОВД» вказано, що звіт з ОВД включає опис таких факторів соціально-економічного середовища довілля як:

- землі (в тому числі вилучення земельних ділянок);
- матеріальні об'єкти (архітектурна, археологічна, культурна спадщина);
- ландшафт;
- соціально-економічні умови.

Запропоновано дещо конкретизувати склад компонентів соціально-економічного середовища, що можуть розглядатися в процесі ОВД об'єктів та проєктів ВЕ:

- ландшафт;
- здоров'я населення;
- соціально-економічна ситуація (зайнятість, комунальна інфраструктура, транспорт, використання ресурсів, в тому числі земельних);
- історико-культурна спадщина;

За аналогією з природним середовищем кожен компонент довкілля може складатись з декількох складових, зокрема при ОВД об'єктів вітроенергетики у компоненті «здоров'я», окрім шумового, вібраційного та електромагнітного випромінювання, що вимагається Законом «Про ОВД», доцільно також оцінювати ефект мерехтіння тіні, падіння льоду.

2.2 Заходи з запобігання чи пом'якшення впливів на довкілля

Відповідно до ст. 6 Закону «Про ОВД» [27] звіт з ОВД повинен включати «7) опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення (пом'якшення), усунення значного негативного впливу на довкілля, у тому числі (за можливості) компенсаційних заходів. Дані заходи розробляються для будь-яких впливів, визнаних значними при попередній оцінці. Загалом комплекс необхідних заходів визначається замовником вже на стадії планування діяльності».

Як наведено в розділі 1, ВЕС можуть негативно впливати на орнітофауну. Це проявляється у вигляді витіснення птахів з їх ареалів, впливів на міграцію, а також загибелі птахів та кажанів через зіткнення з ВЕУ [41,44,55]. Запобігання даним негативним впливам можна досягнути шляхом раціонального геопросторового планування майданчиків ВЕС, що детально розглянуто в розділі 4, яке, зокрема включає уникання і дотримання безпечних відстаней до особливо чутливих територій та об'єктів ПЗФ, водних об'єктів, лісів.

Щодо уникнення летальних випадків через зіткнення з рухомими лопатями ВЕУ, то поряд із такими відомими пом'якшувальними заходами, які дозволяють зменшити вплив, як зупинка ВЕУ, використанням акустичних, світлових відлякувальних методів та пристроїв [58,59] запропоновано використання способу відлякування птахів від ВЕС із застосуванням генераторів тороїдальних вихорів (вихрових кілець) та підтверджено патентом на корисну модель № 104389. Даний спосіб відлякування раніше на майданчиках ВЕС не застосовувався, не є технічно складним та вартісними, оскільки передбачає використання достатньо простих в конструкції та експлуатації пристроїв, та не чинить негативного впливу на довкілля.

Тороїдальні вихори є явищем, при якому область рідини чи газу рухається через ту ж чи іншу область рідини чи газу, обертаючись навколо уявного кільця (ядра), яке перпендикулярне до цих рухів (рис.2.1).

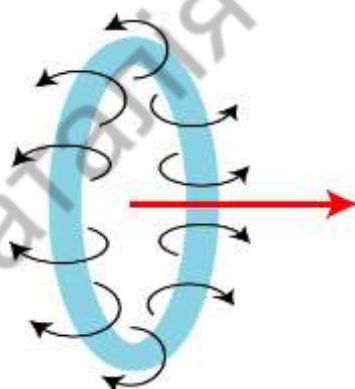


Рис. 2.1. Тороїдальний вихор

Тороїдальний потік вихору зменшує тертя між ядром і навколишньою нерухомою рідиною, дозволяючи йому рухатися на велику відстань з відносно невеликою втратою маси і кінетичної енергії та невеликою зміною розміру або форми [113]. Тому є можливість спрямовувати вихрові кільця у небезпечну для птахів зону ВЕС та змінювати напрям руху птахів під дією неприродної ударної хвилі.

На основі аналізу відомих пристроїв, що демонструють утворення вихрових кілець, та з врахуванням їх аеродинаміки для створення практично діючого генератора тороїдальних вихорів важливими є співвідношення діаметру

циліндра (D) до діаметра отвору (d); врахування кута розходження при русі вихрового кільця; зміни об'єму газу (повітря) при переміщенні поршня (рис.2.2).

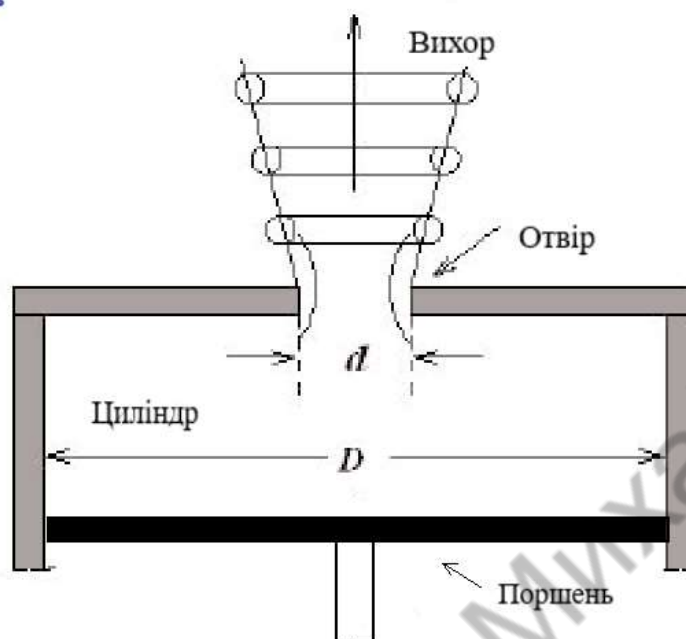


Рис. 2.2. Схематичне зображення частини генератора тороїдальних вихорів

Тороїдальні вихори не чинять летального впливу на птахів, змінюючи тільки напрям їх руху, а оскільки генератори вихрових кілець працюють вузьконаправлено, то їх дія є нечутливою для довкілля. Експерименти з використання генераторів тороїдальних вихорів з метою відлякування птахів від інших об'єктів, зокрема с/г угідь та забруднених водних об'єктів, свідчать, що даний спосіб ефективний на відстані сотень метрів [114].

Вихрові кільця можуть бути невидимими або видимими (димовими), що додаватиме до механічної дії оптичну. Щоб перекрити «мертві» зони генератори запропоновано переміщувати чи встановлювати декілька, зокрема як на схемі, зображеній на рис.2.3.

Пропонований спосіб відлякування птахів від ВЕУ має практичну цінність для територій ВЕС, якими проходять міграційні коридори птахів, оскільки не вимагає дорогих конструкційно складних пристроїв – наявні пристрої для створення тороїдальних вихорів конструкційно та в експлуатації є достатньо простими, а виготовлення та робота генераторів тороїдальних вихорів не потребує

дорогих матеріалів і складових. Генератори можуть працювати використовуючи електричну, пневматичну, електромеханічну енергію чи від згорання газу.

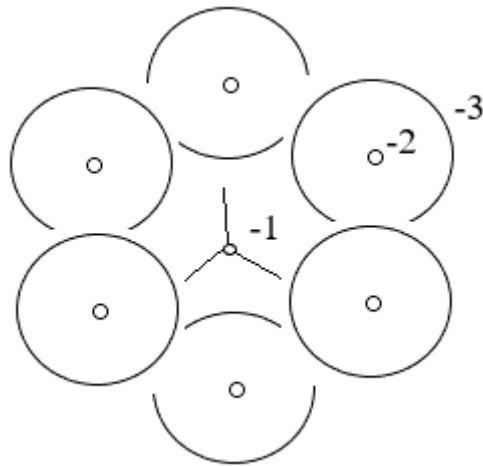


Рис. 2.3. Схема одночасного застосування декількох генераторів тороїдальних вихорів: 1-ВЕУ, 2- генератор, 3-вихор на висоті роботи ВЕУ

Для пом'якшення впливів на іхтіофауну від іншого типу об'єктів ВЕ – малих ГЕС автором також вперше запропоновано акустичний пристрій для відлякування риби, який підтверджений патентом на корисну модель № 106286.

2.3 Оцінка значущості впливів на довкілля

Рівні значущості впливів запропоновано визначати за бальною методикою, яка викладена нижче, а потім порівнювати з початковою якісною експертною оцінкою.

Значущість впливу, яка є результуючим показником впливу на конкретний компонент навколишнього природного середовища, визначається за такими параметрами:

- ймовірність;
- просторовий масштаб;
- тривалість;
- інтенсивність.

Оцінка значущості впливу проводиться у балах. За кожним параметром визначається бал згідно з спеціальними критеріями для природного (табл. 2.2-2.5) та для соціально-економічного середовища (табл. 2.6-2.9). Критерії оцінки сформовано шляхом поєднання підходів, які використовуються в процесі ОВД у республіці Казахстан [46] та оцінки впливів в рамках SEA USELF [40].

На відміну від методики ОВД в Казахстані, в якій для визначення значущості впливу на компоненти природного середовища застосовується мультиплікативна (множення) модель розрахунку, а для соціально-економічного – адитивна (сумування), у даній методиці запропоновано для всіх компонентів використовувати множення. Використання множення є важливим, оскільки воно гарантує, що вага кожної оцінки виражена, тоді як просте підсумовування балів може забезпечити ідентичні результати для різних умов [45].

Оцінка значущості дає змогу вказати суб'єкту господарювання на необхідність застосування додаткових заходів для зменшення впливу, а також проінформувати уповноважені державні органи, органи місцевого самоврядування та громадськість про найбільш значні негативні впливи. Результати такої оцінки будуть добре зрозумілими для усіх зацікавлених сторін, оскільки передбачають три рівні значущості – незначний, помірний та значний вплив.

2.3.1 Критерії значущості впливів на довкілля

2.3.1.1 Критерії значущості впливів на природне середовище. Для природного середовища не враховується нульовий вплив, оскільки при будь-якій діяльності буде відбуватися негативний вплив [46].

Визначення ймовірності впливу проводиться на основі критеріїв представлених в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Критерії значущості ймовірності впливу на природне середовище
(розроблено на основі [40])

Градація	Ймовірність впливу, %	Бал
Дуже малоймовірний	<10	1
Малоймовірний	10-50	2
Помірноюймовірний	50-90	3
Високоюймовірний	>90	4

При визначенні просторового масштабу впливу враховується його поширення на структурних одиницях ландшафту (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Критерії значущості просторового масштабу впливу на природне середовище
([46])

Градація	ПТК	Просторові межі впливу (км ²)	Бал
Точковий	Фації, урочища	менше 1 км ²	1
Локальний	Групи урочищ, місцевість	менше 10 км ²	2
Місцевий	Ландшафт	від 10 до 100 км ²	3
Регіональний	Ландшафтні округи, провінції	більше 100 км ²	4

Тривалість впливу зіставляється з етапом життєвого циклу планованої діяльності, впродовж якого, як правило, відбувається вплив (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Критерії значущості тривалості впливу на природне середовище
(розроблено на основі [40,46])

Градація	Тривалість	Бал
Короткотривалий	менше 3 місяців / Етап будівництва	1
Середньотривалий	від 3-х місяців до 1 року / Етап будівництва	2
Тривалий	від 1 до 3-х років /Будівництво	3
Довготривалий (постійний)	більше 3 років /Експлуатація	4

Основним критерієм визначення інтенсивності впливу на природне середовище є величина та зворотність негативних змін (табл. 2.5). При визначенні інтенсивності впливу слід враховувати чутливість компоненту природного середовища, яка залежить від його цінності та вразливості [40], що включає здатність адаптуватись до змін від планованої діяльності.

Таблиця 2.5

Критерії значущості інтенсивності впливу на природне середовище

(розроблено на основі [40,46])

Градація	Опис інтенсивності впливу	Бал
Незначної інтенсивності	Зміни в природному середовищі не перевищують межі природної мінливості / Змін зазнає менше 10% об'єкту впливу	1
Слабкої інтенсивності	Зміни в природному середовищі виходять за межі природної мінливості. Природне середовище повністю самовідновлюється / Змін зазнає 10-50% об'єкту впливу	2
Помірної інтенсивності	Зміни в природному середовищі перевищують межі природної мінливості, порушують окремі компоненти природного середовища. Природне середовище здатне до самовідновлення / Змін зазнає 50-90 % об'єкту впливу	3
Значної інтенсивності	Зміни в природному середовищі призводить до значного порушення компонентів природного середовища та/або екосистем. Окремі компоненти природного середовища втрачають здатність до самовідновлення / Змін зазнає більше 90 % об'єкту впливу	4

2.3.1.2 Критерії значущості впливів на соціально-економічне середовище. Для оцінки впливів планованої діяльності на соціальні та економічні умови, приймається 5-рівнева градація з 0 до 4 балів, з негативним і позитивним знаком, тобто на відміну від природного середовища оцінюються як негативні, так і позитивні фактори впливу. Кожну градацію впливу на компоненти визначають відповідні критерії (табл. 2.6-2.9).

Таблиця 2.6

Критерії оцінки ймовірності впливу на соціально-економічне середовище
(розроблено на основі [40])

Градація	Ймовірність впливу, %	Бал
Нульовий вплив	0	0
Дуже мало ймовірний	<10	1
Мало ймовірний	10-50	2
Помірно ймовірний	50-90	3
Високо ймовірний	>90	4

Таблиця 2.7

Критерії оцінки просторового масштабу впливу на соціально - економічне середовище
(розроблено на основі [46])

Градація	Критерій	Бал
Нульовий вплив	вплив відсутній	0
Точковий вплив	вплив відчувається на території розміщення об'єкту	1
Локальний вплив	вплив відчувається на території прилеглих населених пунктів	2
Місцевий вплив	вплив відчувається на території одного або декількох адміністративних районів	3
Регіональний вплив	вплив відчувається на території області чи регіону	4

Таблиця 2.8

Критерії оцінки тривалості впливу на соціально – економічне середовище
(розроблено на основі [40,46])

Градація	Критерій	Бал
Нульовий вплив	вплив відсутній	0
Короткотривалий	менше 3 місяців / Етап будівництва	1
Середньотривалий	від 3-х місяців до 1 року / Етап будівництва	2
Тривалий	від 1 до 3-х років / Будівництво	3
Довготривалий (постійний)	більше 3 років / Експлуатація	4

Критерії оцінки інтенсивності впливу на соціально – економічне середовище
(розроблено на основі [40,46])

Градація	Критерій	Бал
Нульовий вплив	вплив відсутній	0
Незначної інтенсивності	позитивні і негативні відхилення в соціально-економічному середовищі відповідають існуючим до початку реалізації проекту коливанням / Змін зазнає менше 10% об'єкту впливу	1
Слабкої інтенсивності	позитивні і негативні відхилення в соціально-економічному середовищі перевищують існуючі умови проживання в населеному пункті/ Змін зазнає 10-50 % об'єкту впливу	2
Помірної інтенсивності	позитивні і негативні відхилення в соціально-економічному середовищі перевищують існуючі умови середньорайонного рівня / Змін зазнає 50-90 % об'єкту впливу	3
Значної інтенсивності	позитивні і негативні відхилення в соціально-економічному середовищі перевищують існуючі умови середньообласного чи середньорегіонального рівня / Змін зазнає більше 90 % об'єкту впливу	4

2.3.2 Хід визначення значущості впливів на довкілля

Значущість впливів є комплексною (інтегральною) оцінкою. Визначення значущості проводиться в кілька етапів.

Етап 1. Для оцінки значущості впливу на окремі компоненти довкілля використовуються таблиці з критеріями для природного (табл. 2.2-2.5) чи соціально-економічного (табл. 2.6-2.9) середовища.

Значущість впливу (виду діяльності) на i -й компонент середовища визначається формулою:

$$Q_i = Q_i^p \cdot Q_i^s \cdot Q_i^t \cdot Q_i^j \quad (2.1)$$

де: Q_i^p – бал ймовірності впливу на i -й компонент довкілля;

Q_i^s – бал просторового масштабу впливу на i -й компонент довкілля;

Q_i^t – бал тривалості впливу на i -й компонент довкілля;

Q_i^j – бал інтенсивності впливу на i -й компонент довкілля.

Оцінювальні бали значущості встановлюються окремо для негативних і позитивних впливів.

Етап 2. Рівень значущості визначається інтервалом значень залежно від балу, отриманого при обчисленні, як показано в табл. 2.10.

Рівні значущості встановлюються для всіх компонентів довкілля, є однаковими та можуть порівнюватись для визначення компонента довкілля, який знає найбільшого впливу. Бал отриманої оцінки дозволяє визначити рівень впливу (Незначний, Помірний, Значний) на конкретний компонент довкілля так, як це показано нижче (табл.2.10)

Таблиця 2.10

Рівні значущості впливів на довкілля

Бал	Значущість впливу
від +1 до +16	Незначний позитивний вплив
від +17 до +81	Помірний позитивний вплив
від +82 до +256	Значний позитивний вплив
0	Вплив відсутній
від -1 до -16	Незначний негативний вплив
від -17 до -81	Помірний негативний вплив
від -82 до -256	Значний негативний вплив

Доцільним є представлення значущості впливів на довкілля у зведеній таблиці для можливості порівняння та аналізу найбільш вагомих впливів (табл. 2.7).

Значущість впливів проєктів вітрової енергетики на компоненти довкілля

Об'єкт впливу	Характеристика впливу	Заходи з запобігання чи пом'якшення впливів	Ймовірність	Просторовий масштаб	Тривалість	Інтенсивність	Значущість впливу
Природне середовище							
Кліматичні фактори							
Атмосферне повітря							
Геологічне середовище							
Ґрунтовий покрив							
Водне середовище							
Флора, фауна та біорізноманіття							
Соціально-економічне середовище							
Ландшафт							
Здоров'я населення							
Соціально-економічна ситуація							
Історико-культурна спадщина							

Якщо значущість впливу, що визначається для певного компоненту природного чи соціально-економічного середовища (атмосферне повітря, тваринний світ, здоров'я населення тощо) є єдиною, то вона безпосередньо є результуючою значущістю впливу. Та, якщо на один компонент довкілля впливають різні джерела (види діяльності), то аналіз впливів на компоненти досить проводиться за допомогою оцінювальних матриць, створених на основі матриці Леопольда [47]. Тоді для визначення значущості впливу

використовується інтегральна (середня) оцінка для окремого компонента довкілля, яка матиме вигляд:

$$Q_{integr} = \frac{\sum_{k=1}^n Q_{ki}}{n} \quad (2.2)$$

де Q_{ki} – комплексний бал k -го впливу (виду діяльності) на i -й компонент довкілля;

n – кількість впливів (видів діяльності) на i -й компонент довкілля.

Зважаючи на необхідність аналізу конкретної господарської діяльності – об'єктів ВЕ, запропоновано використовувати типові оцінювальні матриці (табл. 2.12-2.13). Окремі складові матриць для різних видів ВДЕ можуть частково чи повністю відрізнятися. Матриця може включати компоненти довкілля, етапи діяльності, те і інше разом, як у табл. 2.12 чи компоненти довкілля, плановану діяльність та альтернативи, як у табл. 2.13. Зокрема для сонячних електростанцій також у етапах діяльності можна розглянути виробництво певного виду панелей, для біогазових установок додатковим об'єктом у компоненті повітря слід розглядати запах тощо.

Проте слід зауважити, бальна оцінка не має на меті представлення конкретної числової величини. Ціллю є визначення рівня впливу для прийняття рішень про необхідність застосування додаткових заходів, вибір альтернативи та прийнятність реалізації планованої діяльності.

Матриця порівняння впливів на довкілля від планованої діяльності (ВЕ) та альтернатив

Вплив, етап діяльності						
Компонент довкілля/ об'єкт впливу	Планована діяльність	Технічна альтернатива 1	Технічна альтернатива 2	Територіальна альтернатива 1	Територіальна альтернатива 2	...
Природне середовище						
Клімат						
Повітря						
Забруднення повітря						
Геологія і ґрунти						
Гірські породи						
Зсувонебезпечні ділянки						
Склад ґрунту						
Забруднення ґрунту						
Води						
Ресурси поверхневих вод						
Забруднення поверхневих вод						
Ресурси підземних вод						
Забруднення підземних вод						
Флора, фауна та біорізноманіття						
Флора						
Фауна						
Водні екосистеми						
Наземні екосистеми						
...						
Соціально-економічне середовище						
Ландшафт						
Ландшафти-об'єкти ПЗФ						
Ландшафти високої якості						
Здоров'я населення						
Шум						
Вібрації, електромагнітне випромінювання						
Соціально-економічна ситуація						
Зайнятість та доходи						
Комунальна інфраструктура						
Використання ресурсів (органічне паливо, вода, землі)						
Історико-культурна спадщина						
...						
Інтегральна (середня) оцінка від впливу (виду діяльності)						

Висновки до розділу 2

1. Запропоновано методику оцінки значущості впливів від реалізації проєктів відновлювальної енергетики як складової процедури ОВД шляхом поєднання бального методу при визначенні параметрів ймовірності, просторового масштабу, тривалості та інтенсивності впливу й методу таблиць та матриць при порівнянні впливів, етапів планованої діяльності та альтернатив що дає змогу виявити рівень впливів для прийняття рішень про необхідність застосування додаткових заходів, вибір альтернативи та прийнятність реалізації проєктів.

2. Набули подальшого розвитку наукові підходи до зменшення впливів вітроенергетичних установок на орнітофауну, що дало змогу розробити технічні рішення шляхом застосування генераторів тороїдальних вихорів на майданчиках ВЕС, що підтверджено патентом на корисну модель.

3. Запропоновано мультиплікативну модель визначення значущості впливів на компоненти довкілля за параметрами ймовірності, просторового масштабу, тривалості та інтенсивності згідно з удосконаленими шкалами. Введено класифікацію рівнів значущості залежно від обчисленого балу. Запропоновано розрахунок інтегральної оцінки впливів на компоненти довкілля при наявності декількох впливів (видів діяльності). Запропоновано типові оцінювальні таблиці і матриці для проєктів ВЕ.

Основні положення цього розділу викладені в публікаціях автора [168, 169, 172, 174-180, 183, 185, 186].

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Впровадження проєктів з використанням ВДЕ, зокрема й енергії вітру, вимагає комплексних передінвестиційних досліджень, у яких поряд з ОВД та приєднанням до ОЕС важливе значення має дослідження енергетичного потенціалу території.

Вибір перспективних територій розташування ВЕС базується та аналізі інформації про наявний вітроенергетичний потенціал. Недостатність досліджень вітрового режиму території Карпатського регіону є серйозною перешкодою для розвитку вітроенергетичного сектору на даній території. Зважаючи на це, необхідними є дослідження вітроенергетичного потенціалу у Карпатському регіоні, виявлення можливих сучасних змін вітрових характеристик та прогноз середньорічних показників виробітку електроенергії конкретних ВЕУ.

Розрахунок вітроенергетичних характеристик проведено на основі аналізу середніх багаторічних даних від початку спостережень з 26 метеостанцій Карпатського регіону (Львівської, Івано-Франківської, Закарпатської та Чернівецької областей) та 5 метеостанцій суміжних областей (Тернопільської та Хмельницької) отриманих з офіційного інформаційного сервера Українського гідрометеорологічного центру [115]. З метою встановлення сучасних змін показників вітрових характеристик окремо проаналізовано дані напряму вітру, середньої та максимальної швидкості вітру, поривів вітру за період 2005-2015 рр. База даних містила щотрьохгодинні дані швидкостей вітру (м/с) на висоті 10-12 м над земною поверхнею, осереднених за 10-хвилинний період, що передував терміну спостереження, та сформованих за даними [116] на цих же метеостанціями.

3.1 Формування вітрового режиму

На рух повітряних мас впливає наявність стаціонарних баричних центрів, а також орографія та характер підстильної поверхні. Важливе значення для розподілу вітру мають висота, відкритість місцевості та шорсткість підстильної поверхні.

В гірських масивах формується хвильова структура під час руху повітряного потоку великої вертикальної потужності і створюються сезонні вітри схилів, що виникають через нерівномірне прогрівання повітря на різних висотах. В Українських Карпатах напрям вітру визначається розташуванням гірських хребтів та долин.

Режим вітру залежить від макроциркуляційних процесів в атмосфері та положення баричних центрів над континентом Євразії та Атлантикою. В окремих регіонах, зокрема у Карпатському, розподіл вітрових характеристик значно змінюється під впливом рельєфу і залежить від орієнтації долин, наявності водойм [75].

Для показників швидкості та напряму вітру характерні сезонні зміни впродовж року, які визначають їх річний хід.

3.2 Середня швидкість вітру

Важливою характеристикою вітрового режиму є швидкість вітру, яка визначається баричним градієнтом та умовами циркуляції атмосфери. Впродовж року чітко виражені послідовні зміни швидкості [75].

Певні висновки щодо вітрових ресурсів регіону можна отримати із аналізу середньої швидкості вітру, яка визначається як середньоарифметичне значення, отримане в результаті вимірювання швидкості через рівні проміжки часу протягом періоду дослідження:

$$V_{\text{сер.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i, \quad (3.1)$$

де V – швидкість вітру в інтервалі вимірювання i , м/с;

n – кількість інтервалів вимірювань.

Тому, за (3.1) розраховано середні швидкості вітру на висоті 10 м (стандартна висота вимірювання на метеостанціях) за багаторічний період та за період 2005-2015 рр. за даними. Результати представлені на рис.3.1. та в табл.3.1.

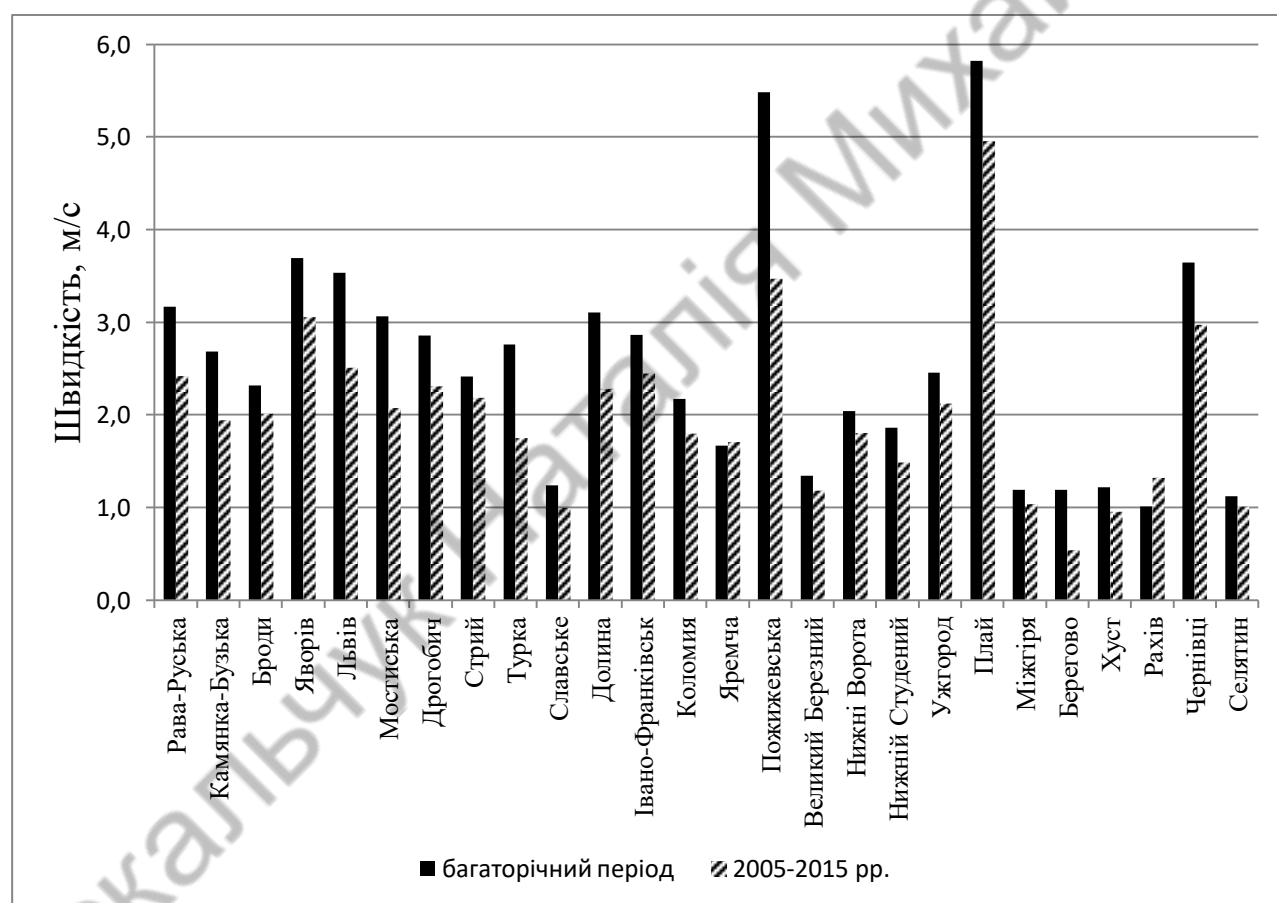


Рис. 3.1. Середня швидкість вітру на висоті 10 м на метеостанціях Карпатського регіону

Середні швидкості вітру за останні 10 років у порівнянні з багаторічним періодом спостережень зменшилися майже по всіх метеостанціях від 0,1 (Селятин, Міжгір'я) до 2 м/с (Пожижевська). В середньому це зменшення

становить 0,5 м/с. Винятком є метеостанції Рахів, де є збільшення на 0,3 м/с та Яремче, де середня швидкість не змінилась.

Таблиця 3.1

Середня швидкість вітру на метеостанціях Карпатського регіону та суміжних областей

№ з/п	Метеостанція	Координати		Висота, м н.р.м.	V _{сер.} багаторічна, м/с	V _{сер.} 2005-2015 рр., м/с
		Широта	Довгота			
Львівська область						
1	Рава-Руська	50,3	23,6	252	3,2	2,4
2	Кам'янка-Бузька	50,1	24,4	212	2,7	1,9
3	Броди	50,1	25,2	227	2,3	2
4	Яворів	49,9	23,4	254	3,7	3,1
5	Львів	49,8	24,1	319	3,5	2,5
6	Мостиська	49,8	23,2	232	3,1	2,1
7	Дрогобич	49,4	23,5	275	2,9	2,3
8	Стрий	49,3	23,9	294	2,4	2,2
9	Турка	49,2	23,0	594	2,8	1,8
10	Славське	48,9	23,5	592	1,2	1
Івано-Франківська область						
11	Долина	48,9	24,0	470	3,1	2,3
12	Івано-Франківськ	48,9	24,7	270	2,9	2,5
13	Коломия	48,5	25,0	295	2,2	1,8
14	Яремча	48,5	24,6	531	1,7	1,7
15	Пожижевська	48,2	24,5	1451	5,5	3,5
Закарпатська область						
16	Великий Березний	48,9	22,5	205	1,3	1,2
17	Нижні Ворота	48,8	23,1	496	2,0	1,8
18	Нижній Студений	48,7	23,4	615	1,9	1,5
19	Ужгород	48,6	22,3	115	2,5	2,1
20	Плай	48,7	23,2	1330	5,8	5
21	Міжгір'я	48,5	23,5	456	1,2	1,1
22	Берегове	48,2	22,6	113	1,2	0,6
23	Хуст	48,2	23,3	164	1,2	1
24	Рахів	48,1	24,2	430	1,0	1,3
Чернівецька область						
25	Чернівці	48,3	25,9	242	3,6	3
26	Селятин	47,9	25,2	762	1,1	1
Суміжні до Карпатського регіону метеостанції						
27	Кременець	50,1	25,7	259	3,3	3,0
28	Бережани	49,4	24,9	303	2,3	1,6
29	Чортків	49	25,8	320	2,8	2,0
30	Кам'янець-Подільський	48,7	26,6	217	2,9	2,4
31	Могилів-Подільський	48,5	27,8	77	1,8	1,2

В результаті опрацювання даних середньої швидкості вітру на висоті 10 м за багаторічний період за допомогою програмних продуктів Surfer та Mapinfo з використанням методу інтерполяції була побудована карта середньої швидкості вітру у Карпатському регіоні на висоті 10 м, яка представлена на рис.3.2.

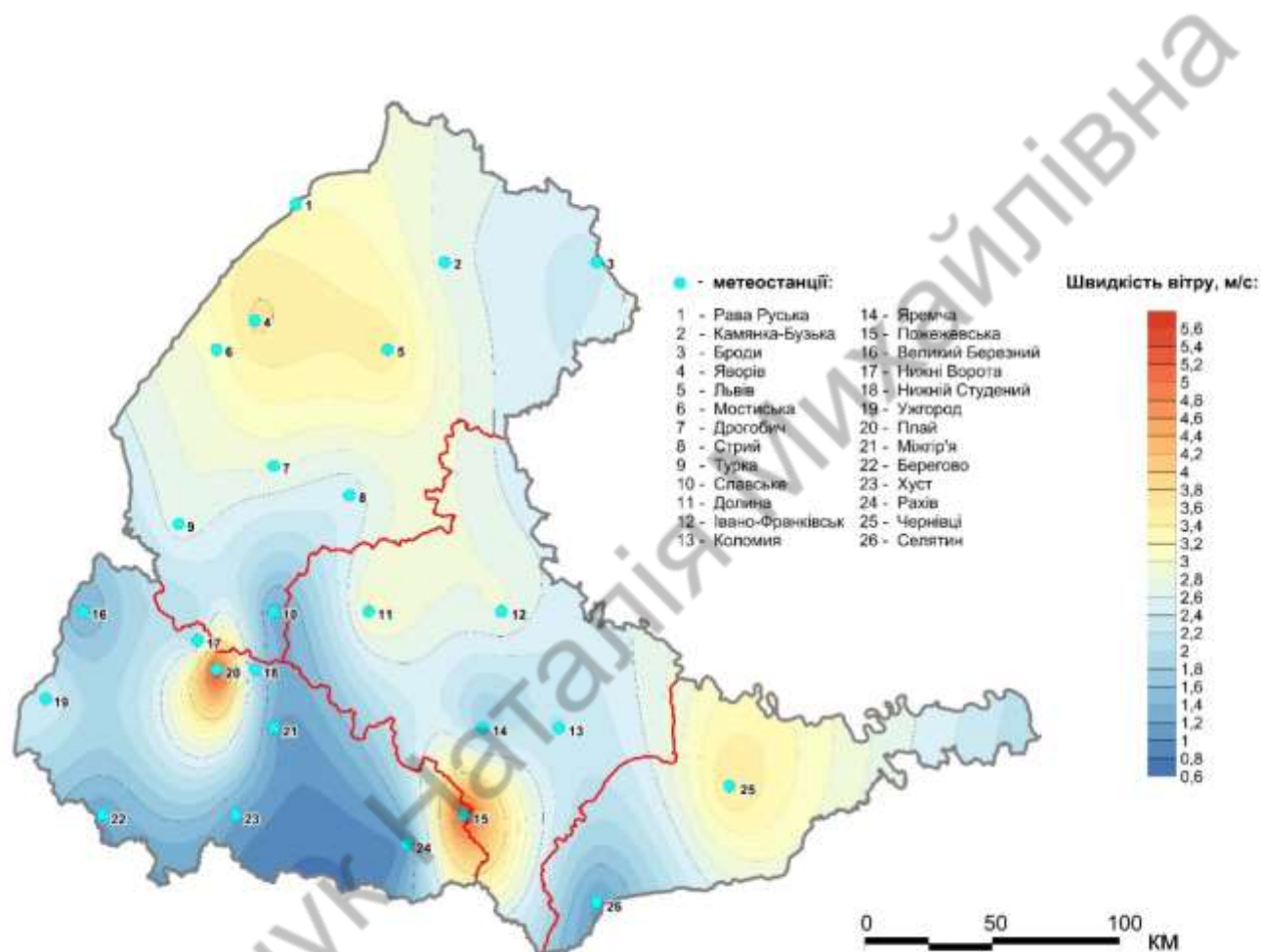


Рис. 3.2. Карта середньої швидкості вітру у Карпатському регіоні на висоті 10 м.

Щодо річного ходу швидкостей, то максимум швидкостей вітру у Карпатському регіоні припадає на холодну пору року і збігається з сезонним піком споживання теплової та електричної енергії – рис.3.3.

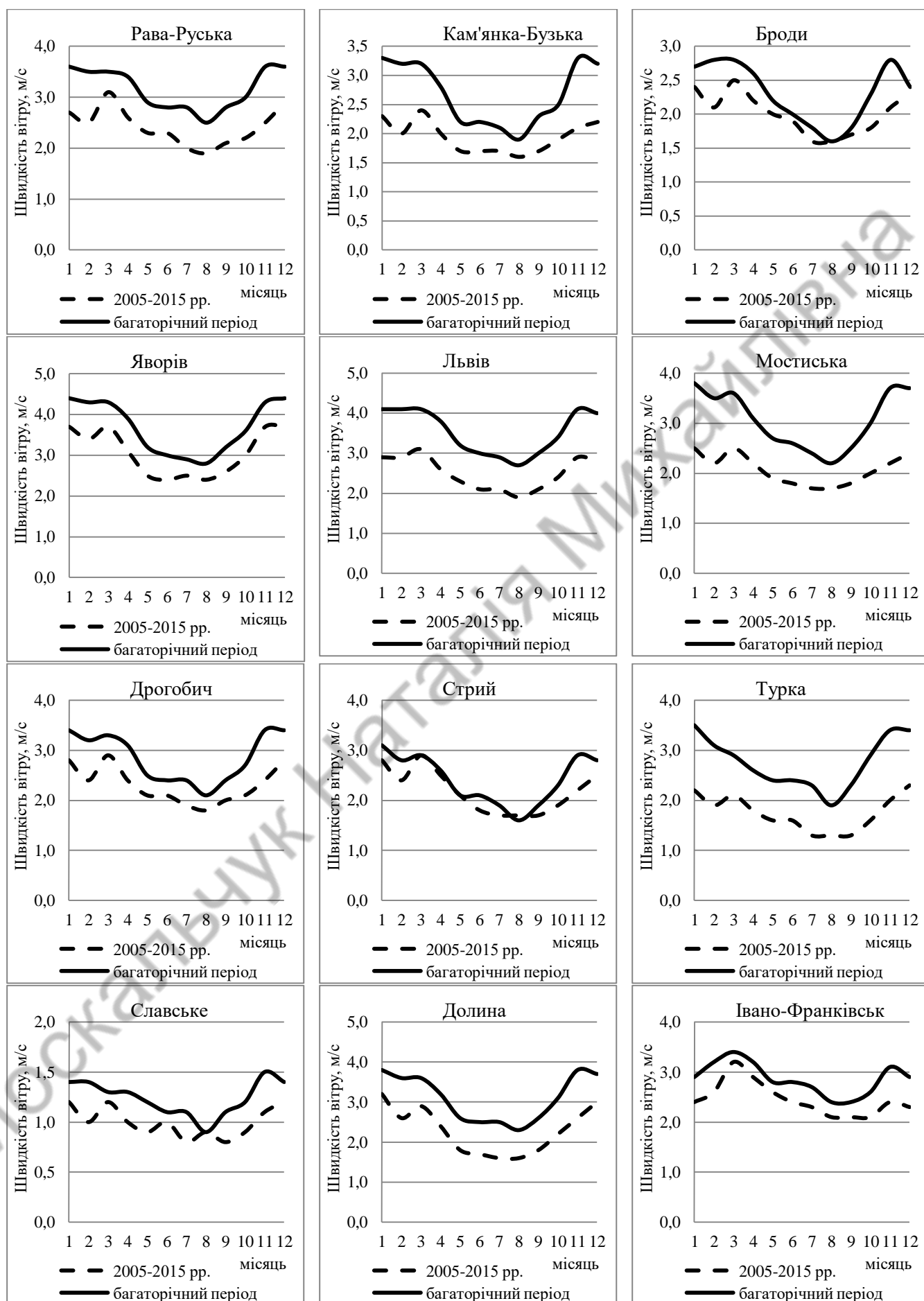
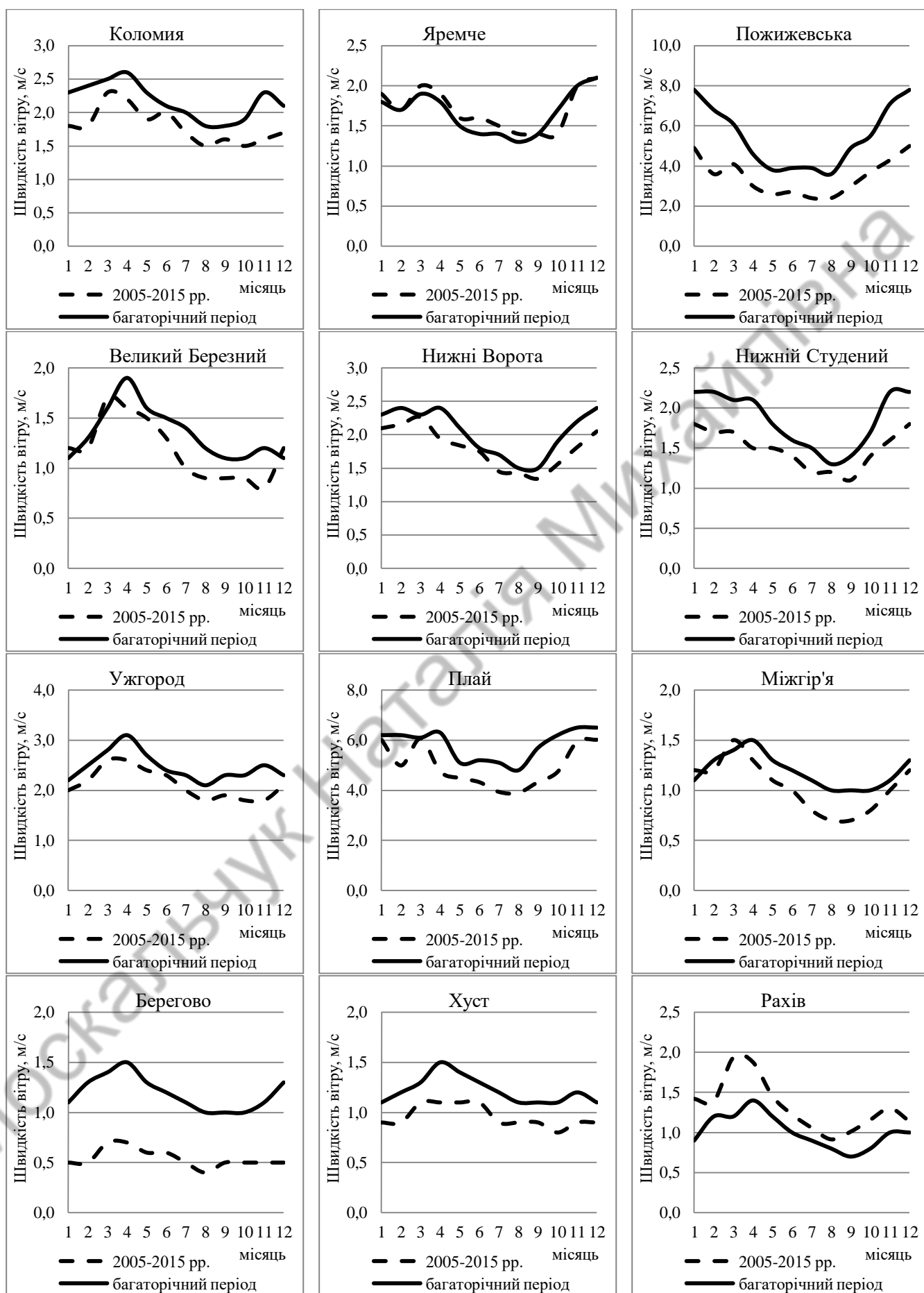
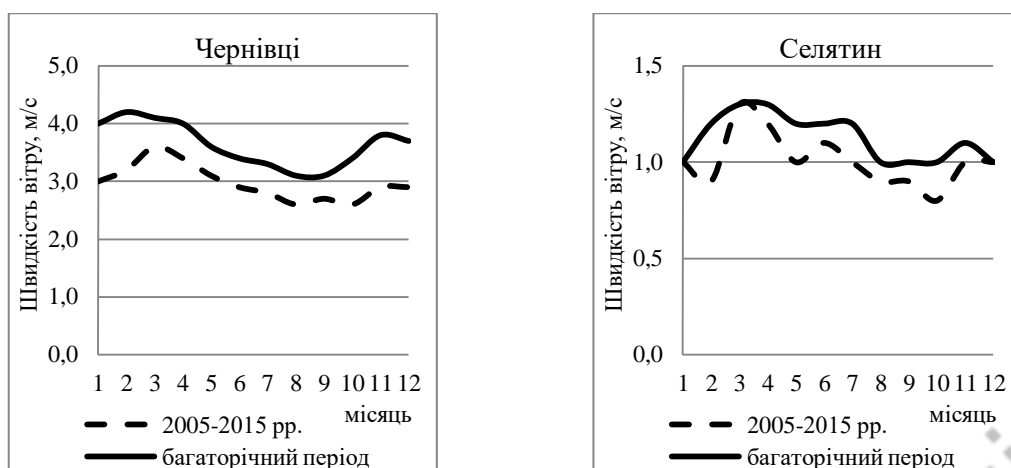


Рис. 3.3. Річний хід швидкості вітру метеостанціях Карпатського регіону



Продовження рис.3.3



Продовження рис.3.3

На основі даних за багаторічний період побудовано карти середньомісячної швидкості вітру у січні та липні у Карпатському регіоні на висоті 10 м, які представлено на рис. 3.4-3. 5

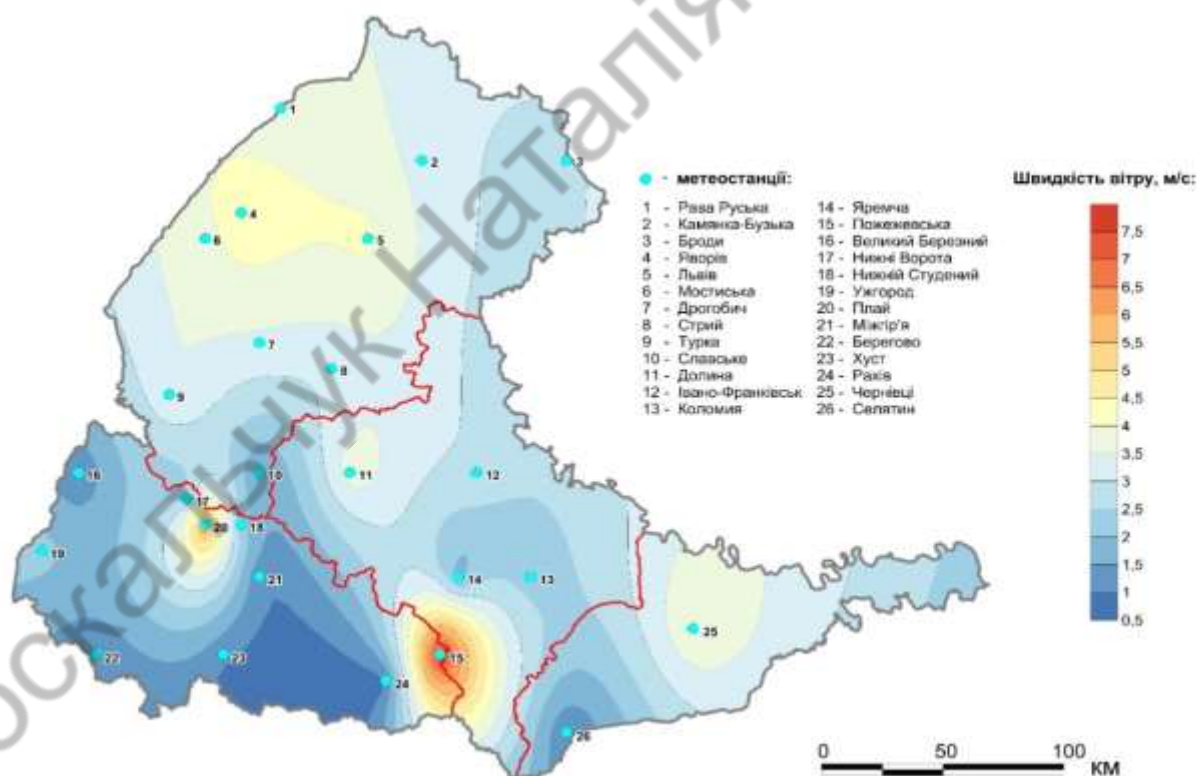


Рис. 3.4. Карта середньої швидкості вітру січня у Карпатському регіоні на висоті 10 м

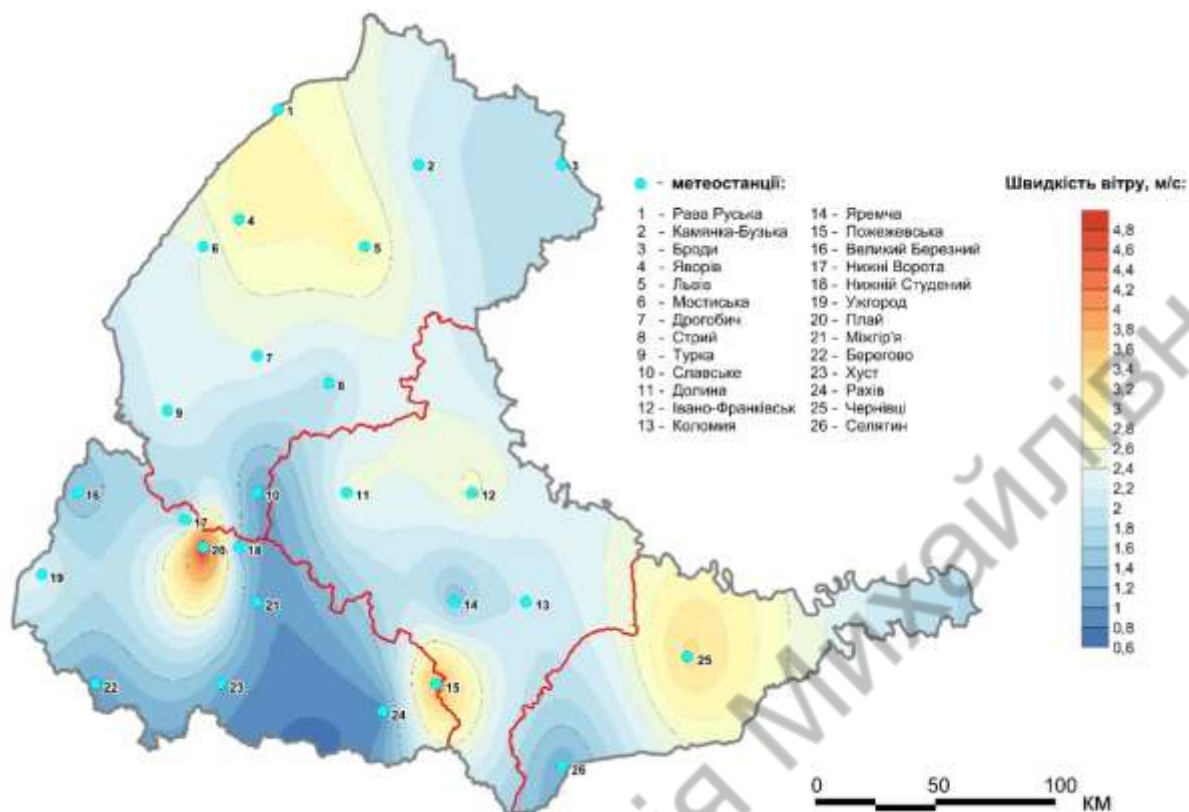


Рис. 3.5. Карта середньої швидкості вітру липня у Карпатському регіоні на висоті 10 м

Найбільша середня місячна швидкість вітру на території Карпатського регіону спостерігається у січні (42 %), іноді цей максимум припадає на листопад, грудень чи квітень і лише в окремих випадках – на лютий, березень. Зокрема у Львівській області найвищі значення середньої швидкості вітру припадали на січень та листопад; Івано-Франківській – у різні місяці з грудня по квітень; Закарпатській – квітень, у високогір'ї – листопад, грудень; Чернівецькій – лютий, березень, квітень.

Однак в останньому десятилітті спостерігаються деякі зміни річного ходу швидкостей. Аналізуючи період 2005-2015 рр., на більшості метеостанціях максимальні значення середньої швидкості вітру спостерігаються у березні (77%), січні та грудні (на метеостанціях Ужгород, Рахів, Хуст – у квітні).

Найменша швидкість вітру – влітку, коли Україна перебуває під впливом Азорського антициклону, а циклонічна діяльність послаблена [75]. На більшій частині території Карпатського регіону швидкість вітру зменшується до мінімальних значень у серпні, на ряді метеостанціях (Івано-Франківськ, Коломия, Великий Березний, Нижні Ворота, Міжгір'я, Берегове, Хуст, Рахів, Чернівці, Селятин) також у вересні, жовтні. Значних відхилень порівнюючи з періодом 2005-2015 рр. не виявлено.

Аналіз річного ходу швидкості вітру передбачає також встановлення різниці між зимовим максимумом та літнім мінімумом швидкостей, яка на різних метеостанціях коливається від 0,3 (Селятин) до 4,2 м/с (Пожижевська) та у середньому складає 1 м/с. У 2005-2015 рр. – від 0,3 (Берегове, Хуст) до 2,6 м/с (Пожижевська), у середньому – 1 м/с.

3.3 Класифікація швидкостей вітру для цілей вітроенергетики

Сила вітру по різному впливає на роботу ВЕУ. У вітроенергетиці існують поняття стартової, розрахункової та максимальної експлуатаційної швидкості. Стартова швидкість вітру – така, при якій ВЕУ починає обертатися і заряджати акумулятори. При розрахунковій швидкості вітру ВЕУ досягає номінальної потужності. Максимальна експлуатаційна – швидкість вітру, яка може привести до руйнування незупиненої ВЕУ [72]. Для сучасних ВЕУ значення цих швидкостей коливається в межах 2-4 м/с для стартової, 8 -14 м/с – номінальної та 20-50 м/с – максимальної експлуатаційної.

Згідно з ДСТУ 3896:2007 «Вітроенергетика. Вітроенергетичні установки та вітроелектричні станції. Терміни та визначення понять» [117] в Україні затверджено таку класифікацію ВЕУ за встановленою потужністю:

- ВЕУ малої потужності – номінальна потужність до 100 кВт;
- ВЕУ середньої потужності – номінальна потужність від 100 до 1000 кВт;
- ВЕУ мегаватного класу або ВЕУ великої потужності – номінальна потужність більша ніж 1000 кВт.

Тому, проаналізувавши літературні дані та сучасний ринок ВЕУ запропоновано класифікацію перспективності швидкостей вітру для цілей вітроенергетики. Перспективні швидкості вітру – такі, при яких потужність досягала 50% номінальної.

V до 2 м/с – безперспективні для будь-яких типів ВЕУ;

$2 \leq V < 3$ м/с – малоперспективні для малих ВЕУ,

$3 \leq V < 4$ м/с – перспективні для малих ВЕУ;

$4 \leq V < 5,5$ м/с – перспективні для ВЕУ малої та середньої потужності,

V понад 5,5 м/с – перспективні для будь-яких ВЕУ.

3.4 Вертикальний профіль вітру

Середня швидкість вітру на висоті 10 м на метеостанціях Карпатського регіону становить 2,5 м/с (табл. 3.1, рис 3.1). Така швидкість вітру не є оптимальною для розвитку вітроенергетики, однак слід врахувати, що вісь обертання ротора навіть малих вітрових турбін знаходиться на вищій висоті – до 30 м, а промислових вітрових турбін (потужністю від 100 кВт) – від 40 до 100 м і вище, тому є необхідність моделювання швидкості вітру на більших висотах.

Вертикальний профіль вітру в нижній частині атмосфери описується логарифмічною та степеневою залежностями [68,69, 73,118]:

$$V(h_2) = V(h_1) \frac{\ln \frac{h_2}{z_0}}{\ln \frac{h_1}{z_0}}, \quad (3.2)$$

де h_1 та h_2 – висоти над земною поверхнею, м;

z_0 – довжина шорсткості поверхні, м.

$$V(h_2) = V(h_1) \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^\alpha, \quad (3.3)$$

де h_1 та h_2 – висоти над поверхнею землі, м;

α – експонента Гельмана.

Логарифмічний профіль вітру, зазвичай, вважається більш точною оцінкою середньої швидкості вітру у нижньому (10-20 м) прикордонному шарі атмосфери ніж степеневий. Однак, між 20 м і 100 м обидва методи є достатньо об'єктивними для прогнозування середньої швидкості вітру в нейтральних атмосферних умовах. З огляду на це, розраховано середню швидкість вітру на висоті 30, 50, 70, 100 м за багаторічний період використовуючи логарифмічний та степеневий вертикальні профілі вітру (рис.3.6-3.7.). Зважаючи на стандартні вимоги до майданчиків метеостанцій (дод. А.1, А.2), $z_0=0,1$ та $\alpha=0,2$.

Аналізуючи розрахунки, вдалося дійти висновків, що зі збільшенням висоти від 10 до 100 м швидкість вітру на території Карпатського регіону в середньому збільшується на 1,3 м/с при використанні логарифмічної залежності та 1,5 м/с – степеневої. Приріст швидкості з висотою залежить від величини швидкості на висоті 10 м, так для метеостанції Рахів з мінімальними середніми значеннями швидкості у Карпатському регіоні – 1 м/с він склав 0,5-0,6 м/с, а для Плай з максимальним 5,8 м/с – 2,9-3,4 м/с.

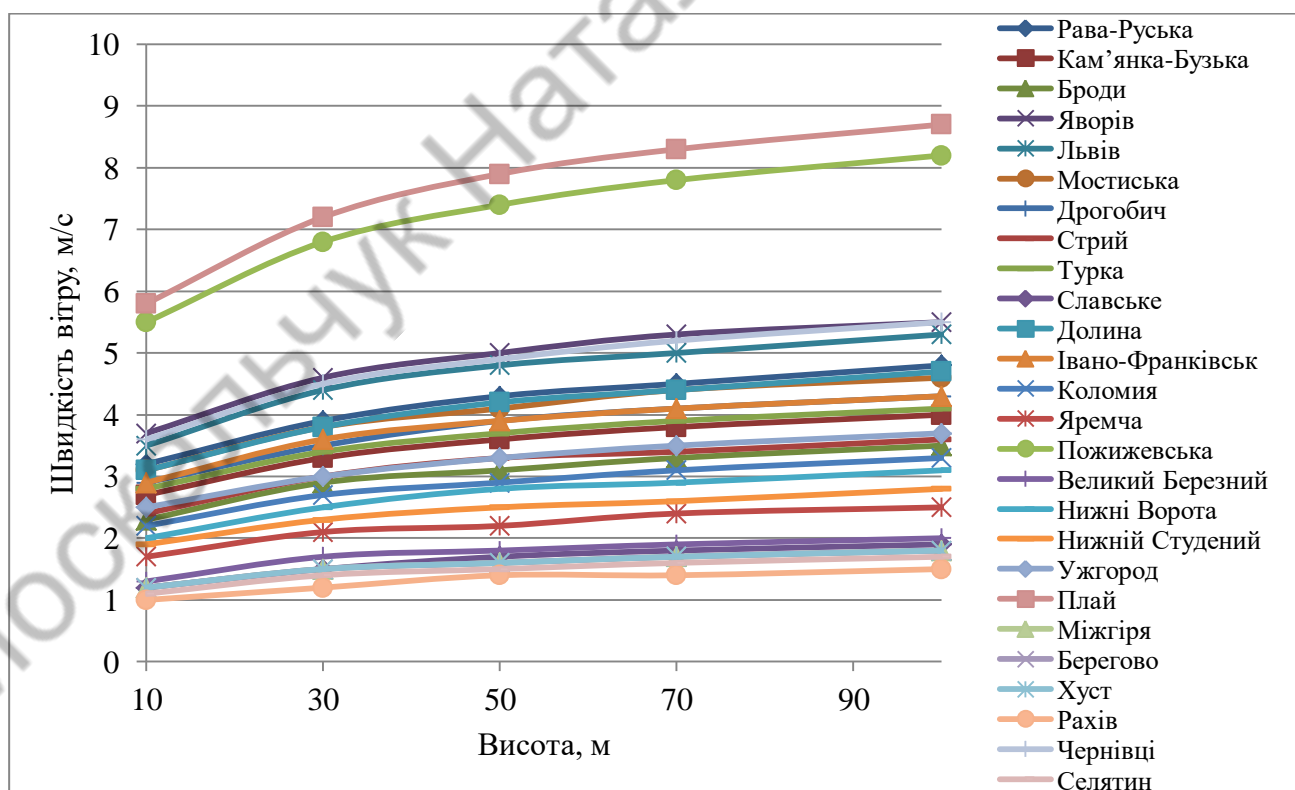


Рис. 3.6. Вертикальний профіль середньої швидкості вітру на метеостанціях Карпатського регіону за багаторічний період, логарифмічна залежність ($z_0=0,1$)

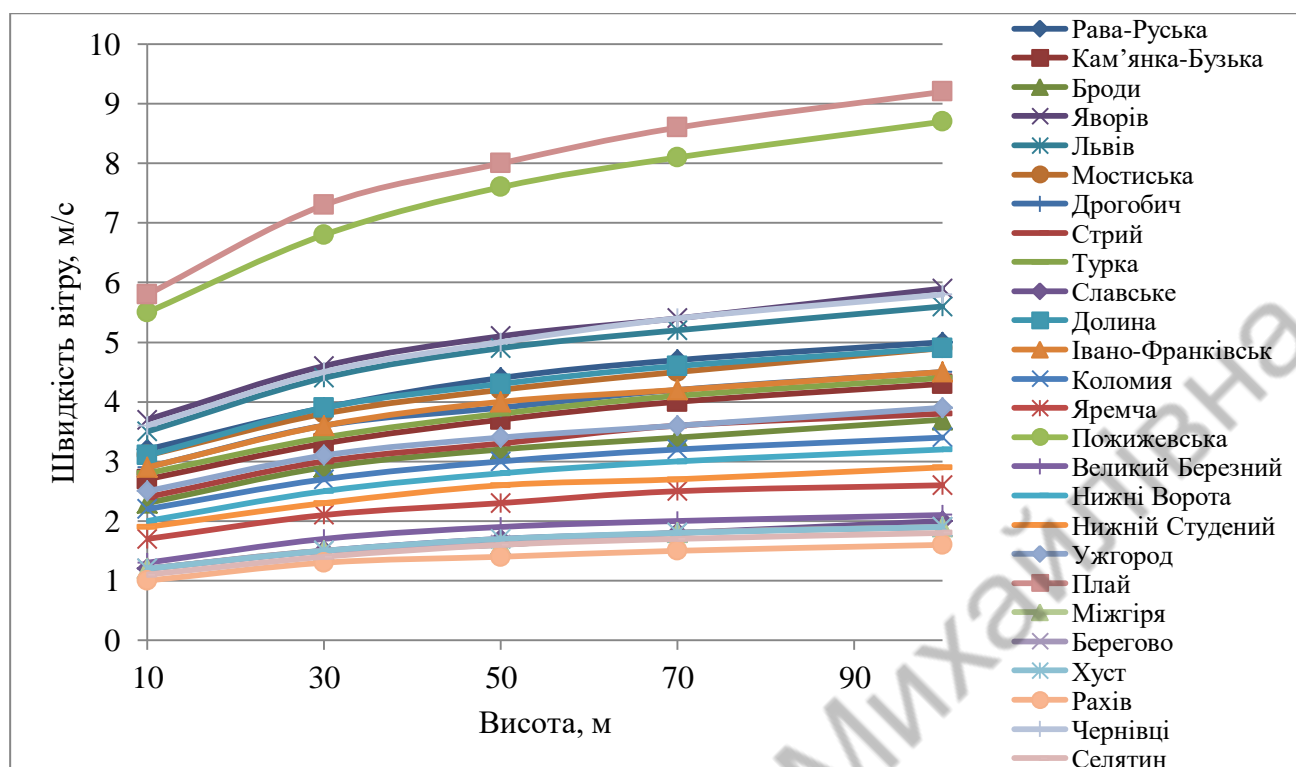


Рис. 3.7. Вертикальний профіль середньої швидкості вітру на метеостанціях Карпатського регіону за багаторічний період, степенева залежність ($\alpha=0,2$)

Розрахунок швидкості вітру на висоті від 10 до 100 м за багаторічний період на метеостанціях Карпатського регіону на основі степеневої залежності дав змогу побудувати карти середньої швидкості вітру на заданих висотах (рис. 3.8-3.11).

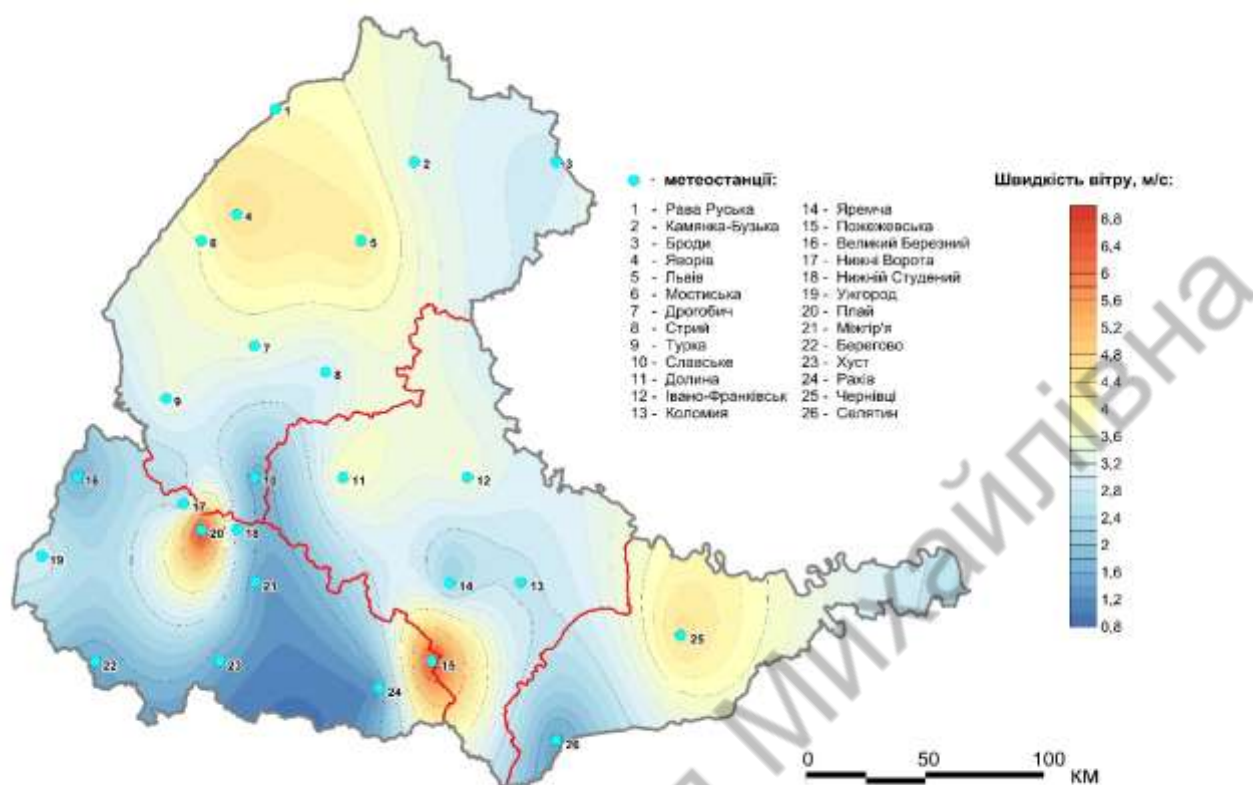


Рис. 3.8. Карта середньої швидкості вітру у Карпатському регіоні на 30 м

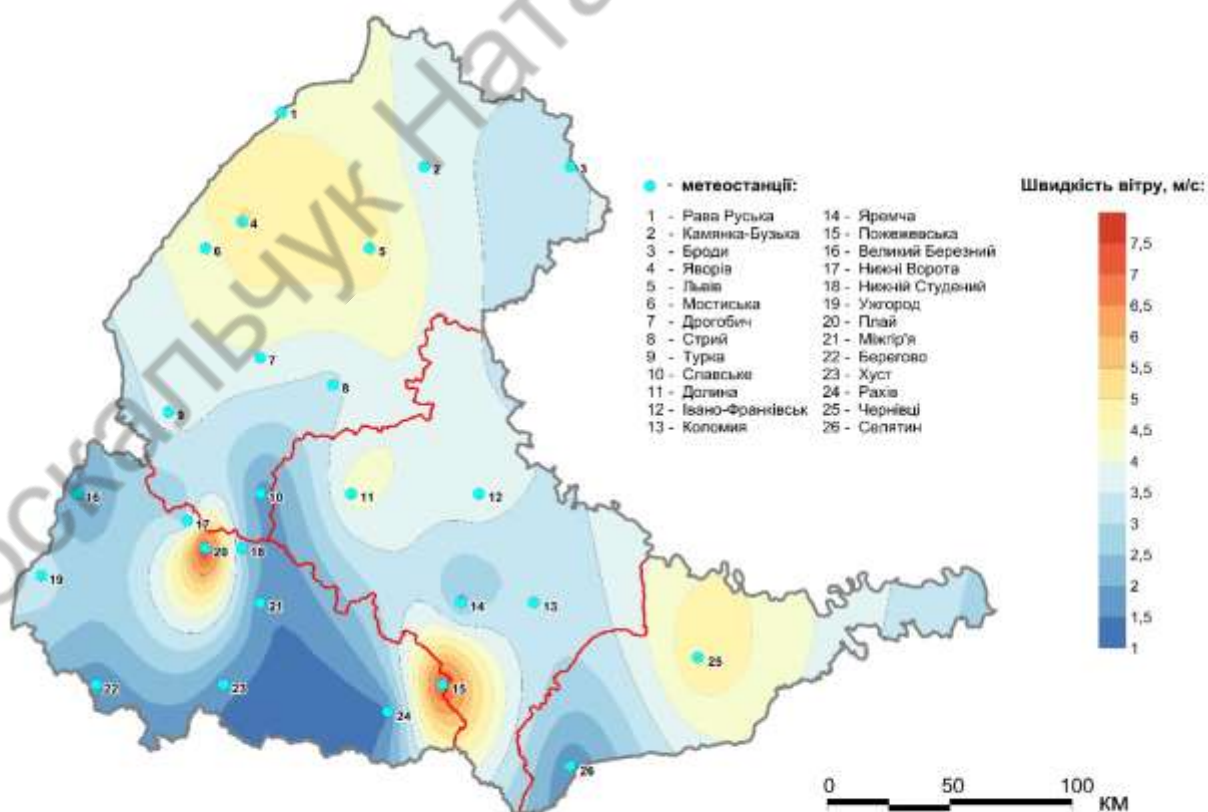


Рис. 3.9. Карта середньої швидкості вітру у Карпатському регіоні на 50 м

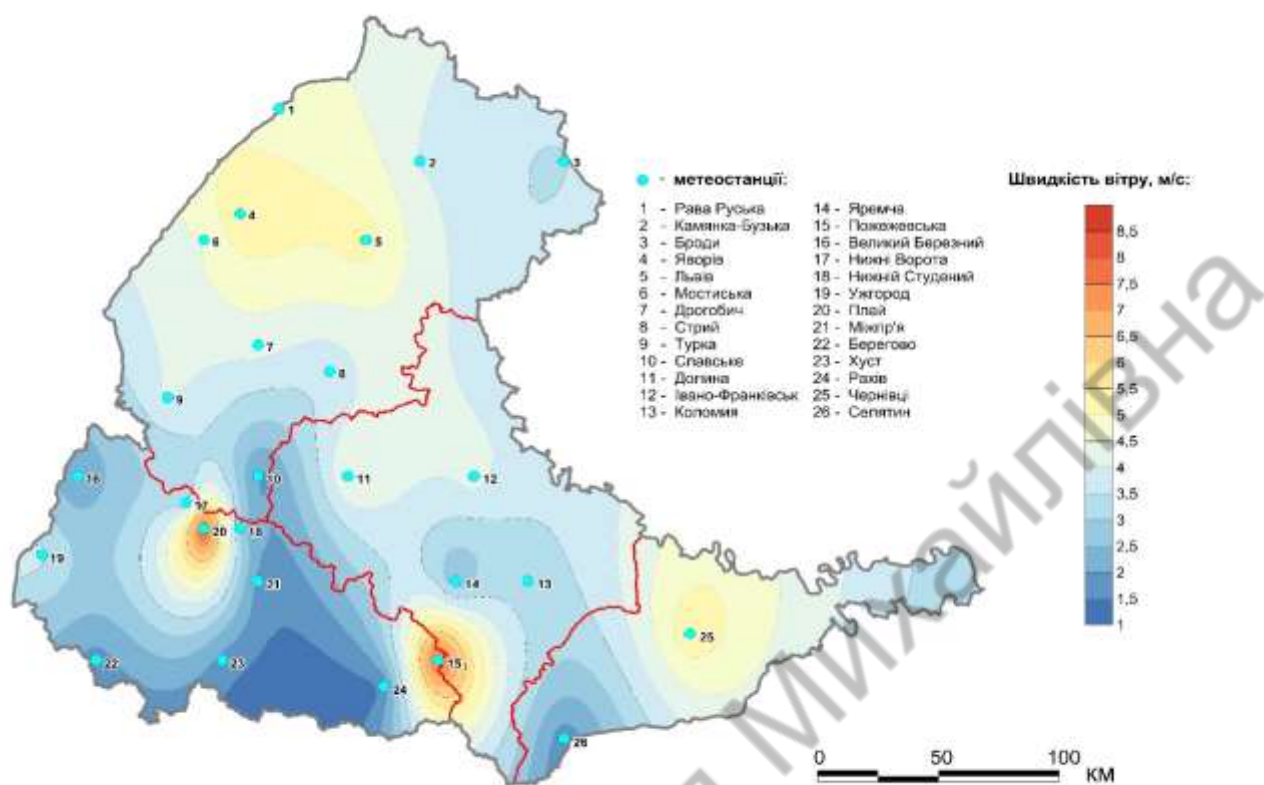


Рис. 3.10. Карта середньої швидкості вітру у Карпатському регіоні на 70 м

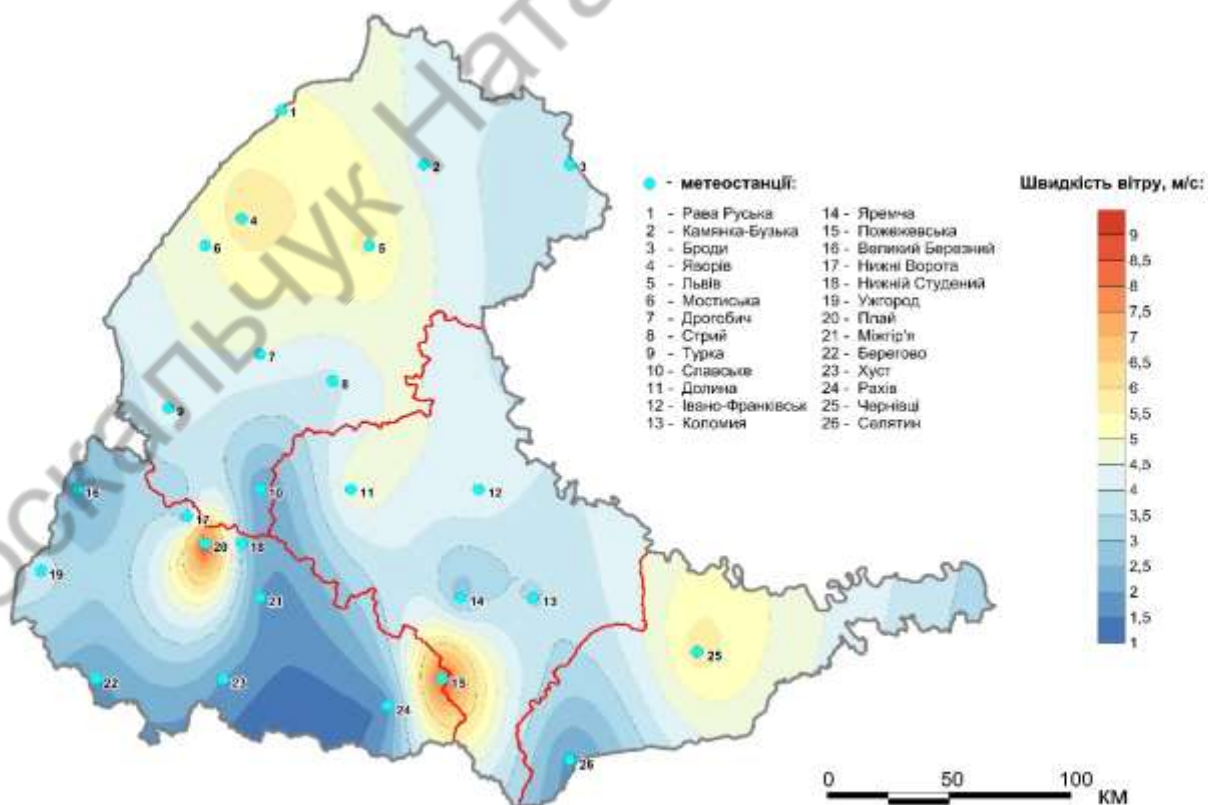


Рис. 3.11. Карта середньої швидкості вітру у Карпатському регіоні на 100 м

Для порівняння обчислено середню швидкість вітру на висоті 30, 50, 70, 100 м на основі даних за 2005-2015 рр. (рис.3.12-3.13).

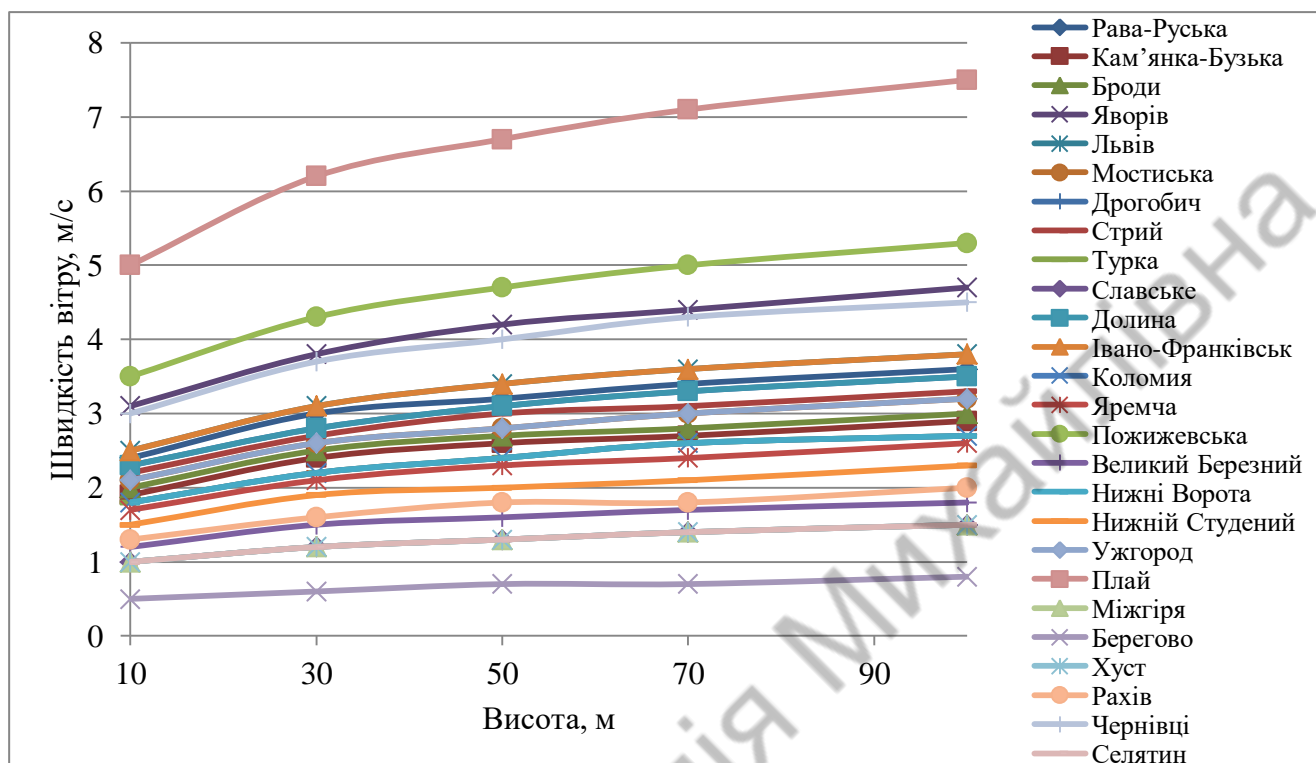


Рис. 3.12. Вертикальний профіль середньої швидкості вітру на метеостанціях Карпатського регіону за 2005-2015 рр., логарифмічна залежність ($z_0=0,1$)

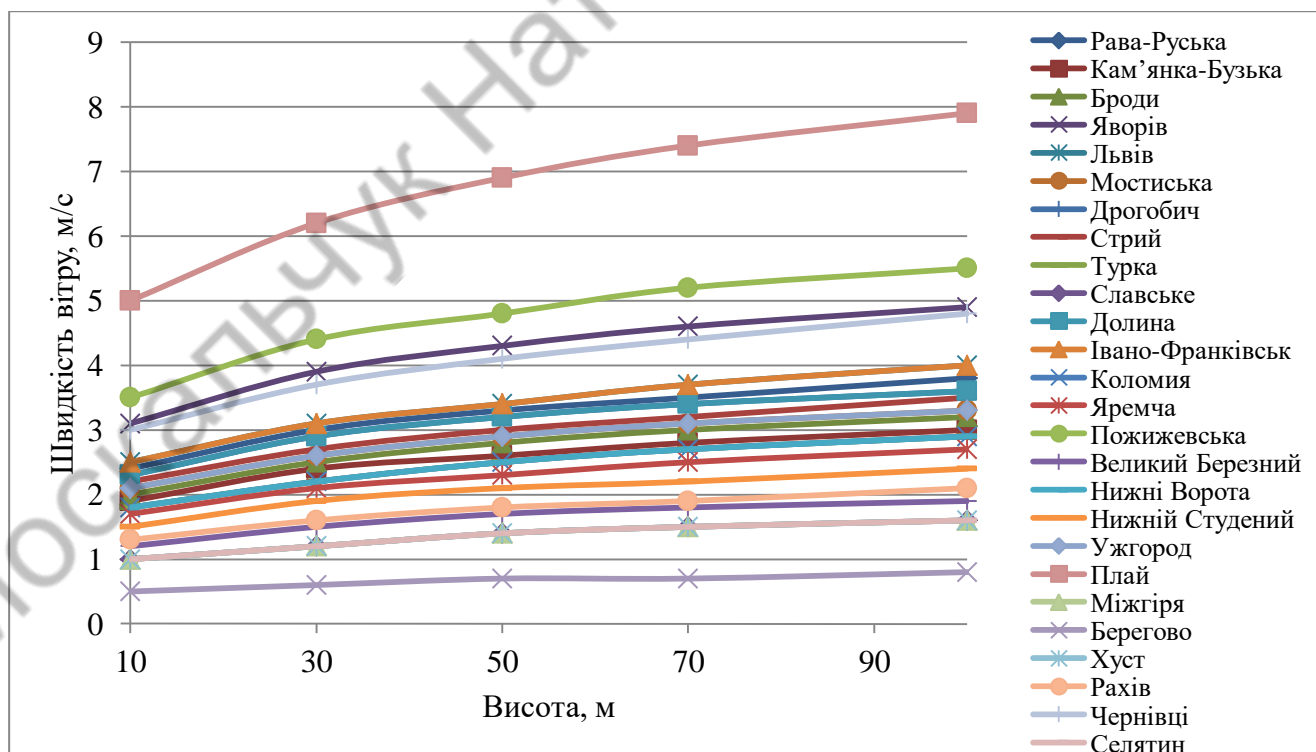


Рис. 3.13. Вертикальний профіль середньої швидкості вітру на метеостанціях Карпатського регіону за 2005-2015 рр., степенева залежність $\alpha=0,2$)

Оскільки, як зазначалося вище, середні швидкості вітру за 2005-2015 рр. у порівнянні з багаторічним періодом спостережень зменшилися майже по всіх метеостанціях в середньому на 0,5 м/с, то і приріст по вертикальному профілю швидкості вітру тут дещо менший. Зі збільшенням висоти від 10 до 100 м швидкість вітру збільшується в середньому на 1 м/с при використанні логарифмічної залежності та 1,2 м/с – степеневої. Мінімальний приріст швидкості вітру на метеостанції Берегове – 0,3 м/с, а максимальний на метеостанції Плай 2,5-2,9 м/с.

3.5 Максимальна швидкість вітру

Дані про максимальну швидкість – неодмінна складова вітроенергетичної оцінки, оскільки є основою для розрахунків міцності ВЕУ. Неточності у визначенні максимальних швидкостей ведуть за собою або збільшення запасу міцності і обтяження конструкції ВЕУ, або навпаки до створення недостатньо міцних установок.

Визначення максимальних швидкостей вітру базується на аналізі даних за попередній період та є одночасно прогнозом на майбутнє. Тому, проаналізовані максимальні швидкості вітру на метеостанціях Карпатського регіону за багаторічний період (дод.Б), а з бази даних швидкостей вітру за 2005-2015 рр. визначено абсолютні максимуми (дод.В., рис.3.14).

Аналізуючи базу даних швидкості вітру за період 2005-2015 рр., визначено повторюваність швидкостей вітру від 25 м/с, яка є максимальною експлуатаційною для більшості сучасних ВЕУ (рис. 3.15).

Найчастіше вітри, при яких не можлива робота ВЕУ, спостерігаються на високогірній метеостанції Плай. Однак, зважаючи на те, що по кожній метеостанції база даних за 2005-2015 рр. сягає 31705 щотрьохгодинних замірів, такі швидкості вітру є одиничними і не впливатимуть на показники виробітки електроенергії ВЕС.

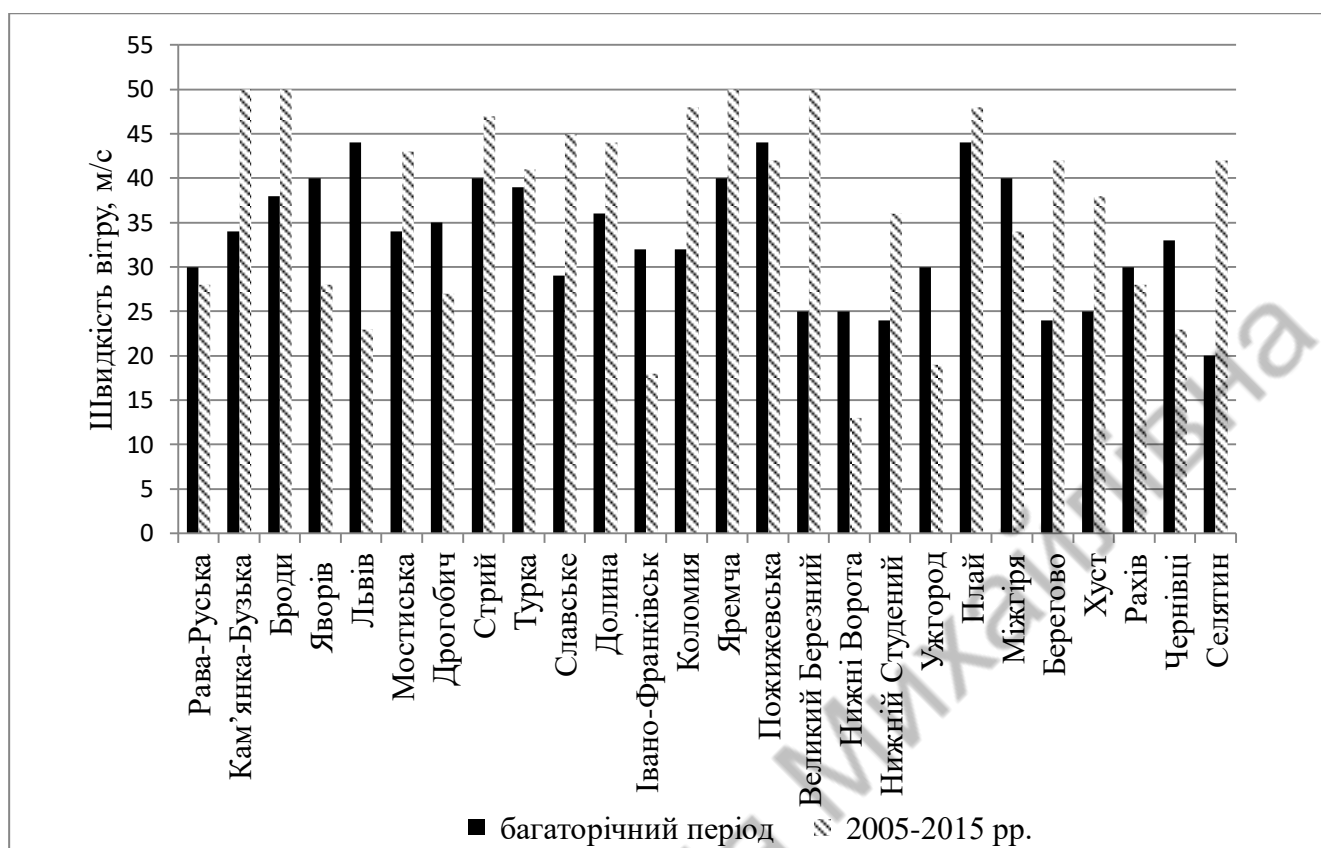


Рис. 3.14. Максимальна швидкість вітру на метеостанціях Карпатського регіону

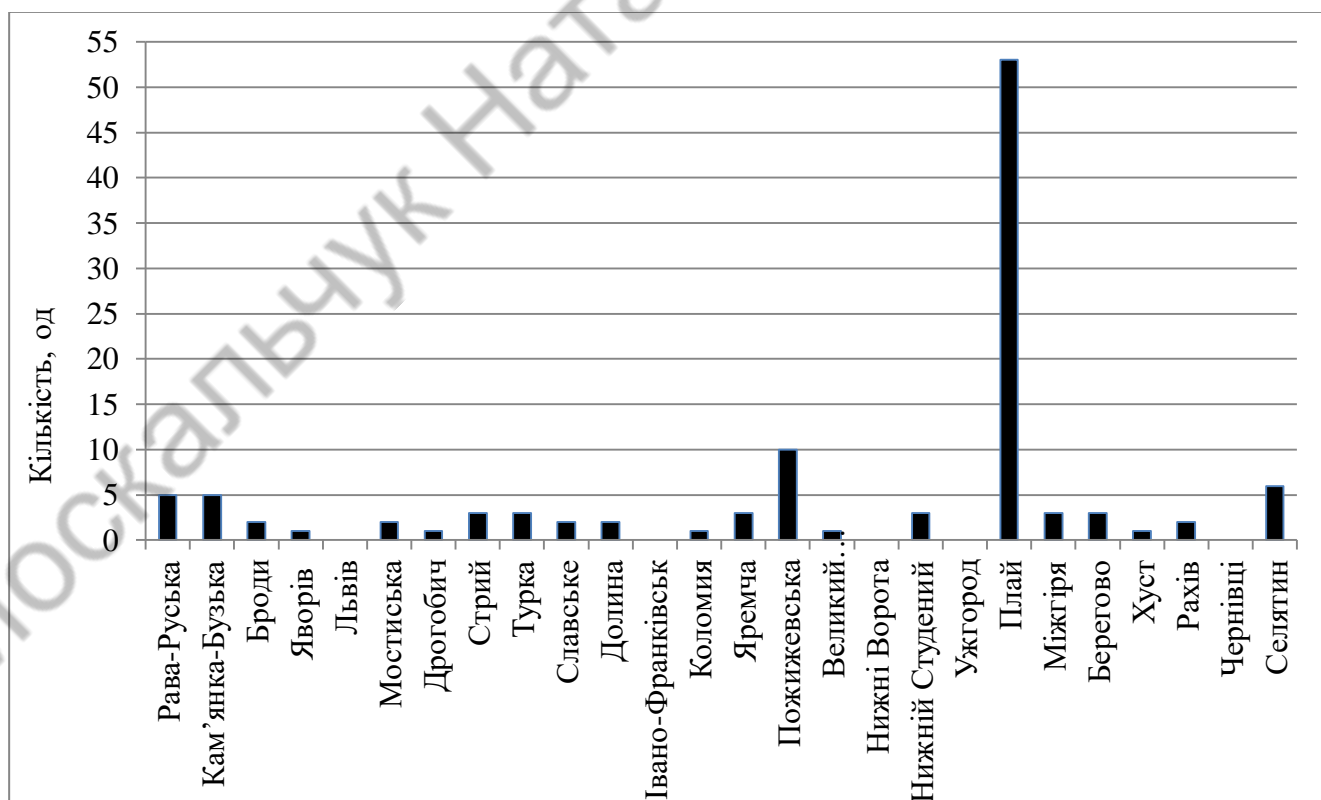


Рис. 3.15. Повторюваність швидкості вітру від 25 м/с на метеостанціях Карпатського регіону за 2005-2015 рр.

3.6 Напря́м ві́тру

Встановлення оптимального розташування ВЕУ на певній ділянці залежить від правильного врахування напрямку вітру. У зв'язку з цим на основі аналізу даних повторюваності напрямку вітру та штилю за 2005-2015 рр. на метеостанціях (дод.Г) побудовано рози вітрів (рис.3.16).

Аналізуючи повторюваності напрямів вітру, не вдалося прослідкувати значного переважання певних напрямів на всіх метеостанціях регіону. Перш за все це пов'язано з орографічними особливостями розташування конкретних метеостанцій. Для зменшення затрат при розташуванні ВЕУ необхідні додаткові польові спостереження на місцях. В цілому можна зробити висновки про наступне:

- для передгірних районів (метеостанції Рава-Руська, Кам'янка-Бузька, Броди, Яворів, Львів, Мостиська, Дрогобич, Стрий, Долина, Івано-Франківськ, Коломия, Чернівці) характерне переважання вітрів західних (ЗхПнЗх, Зх, ПнЗх, ЗхПдЗх), та східних (ПдСх, СхПдСх, Сх) румбів;
- у гірських районах (метеостанції Турка, Славське, Яремче, Пожижевська, Верхній Березний, Нижні Ворота, Нижній Студений, Плай, Міжгір'я, Хуст, Рахів, Селятин) переважають вітри різних напрямів: західних румбів (Зх, ЗхПдЗх, ПдЗх – Яремче, Пожижевська, Плай, Рахів), північно-східного (ПнСх – Яремче, Хуст, Рахів), частими також є південний (Пд) та північні (Пн, ПнСх); (Турка, Славське, Верхній Березний, Нижні Ворота, Нижній Студений, Міжгір'я, Рахів, Селятин);
- для Закарпатської низовини характерні вітри ПдСх, ЗхПнЗх (Ужгород), Пд, Пн (Берегове).

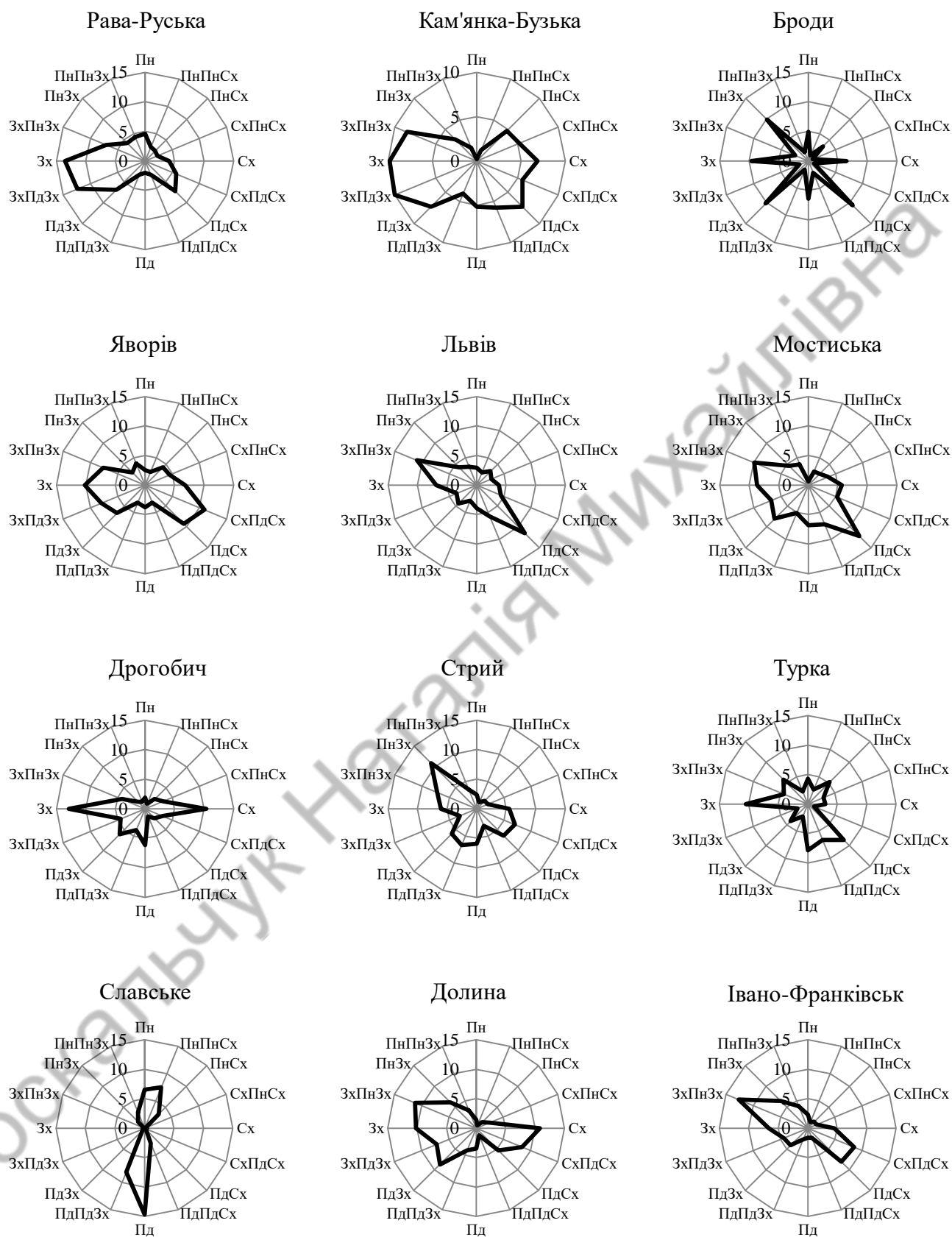
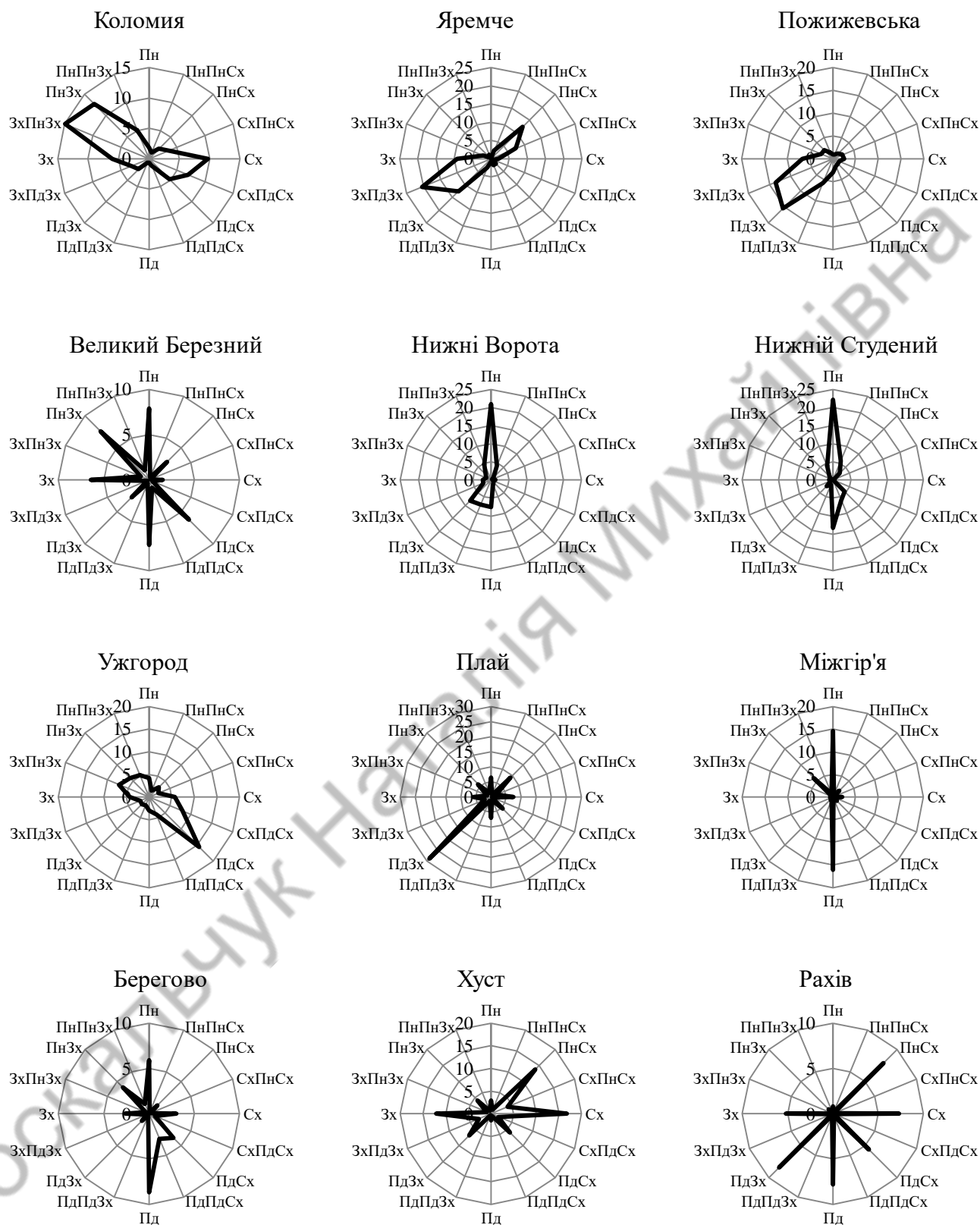
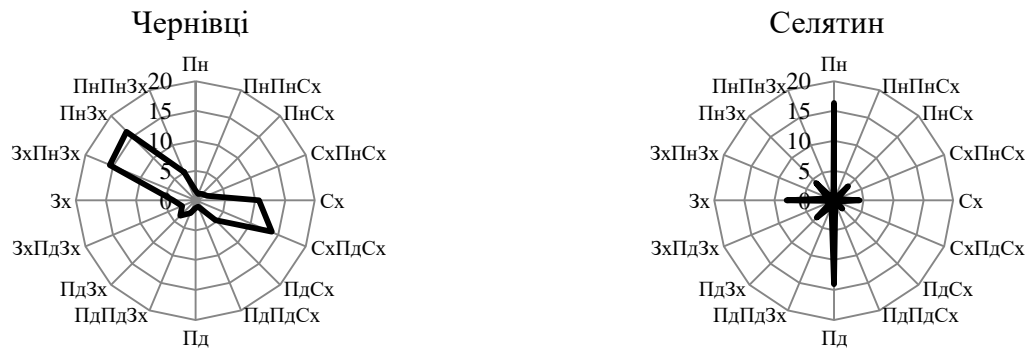


Рис. 3.16. Рози вітрів для метеостанцій Карпатського регіону за 2005-2015 рр.



Продовження рис.3.16



Продовження рис.3.16

3.7 Повторюваність перспективних швидкостей

Для використання енергії вітру важливим є розподіл швидкості вітру, оскільки враховуючи тільки значення середньої швидкості вітру можна припуститись помилкових результатів при визначенні вітроенергетичного потенціалу місцевості. Тому, на основі аналізу даних спостережень за 2005-2015 рр. розраховано відсоткову повторюваність швидкостей на метеостанціях Карпатського регіону на висоті 10 м (дод. Г, рис. 3.17).

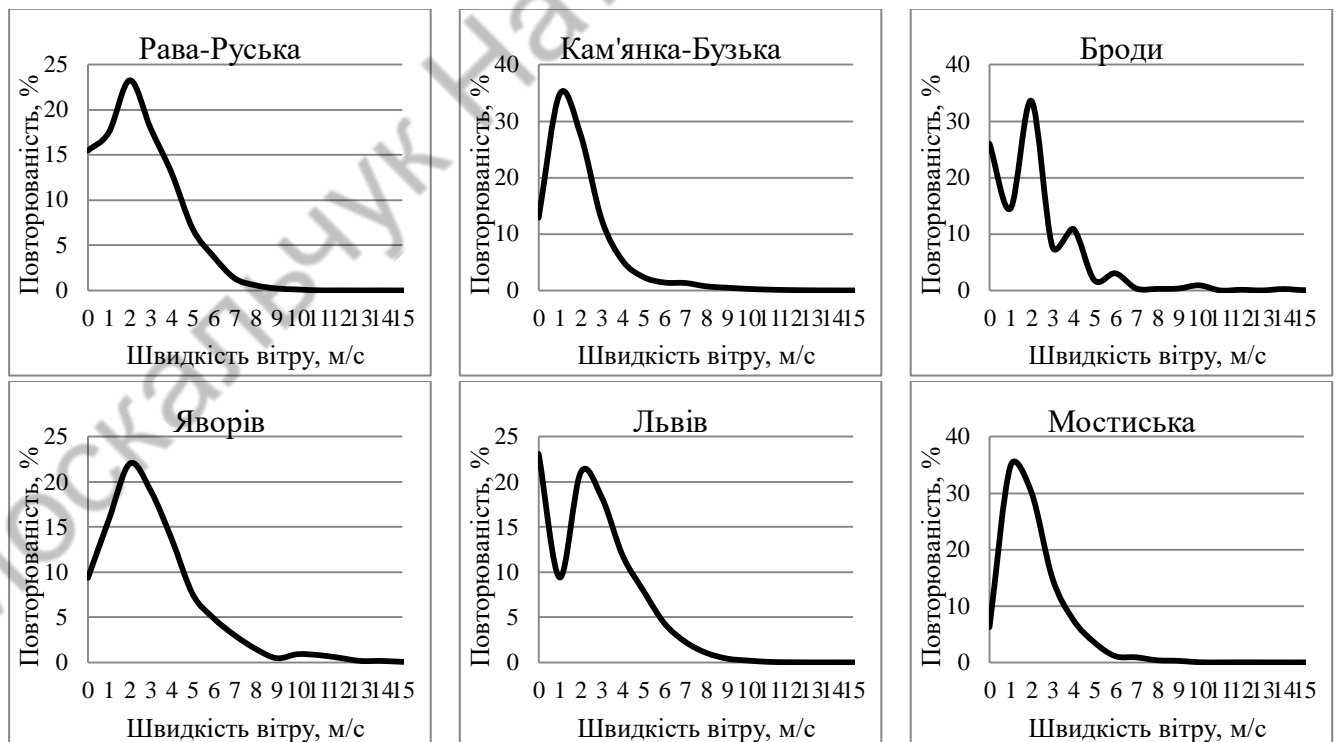
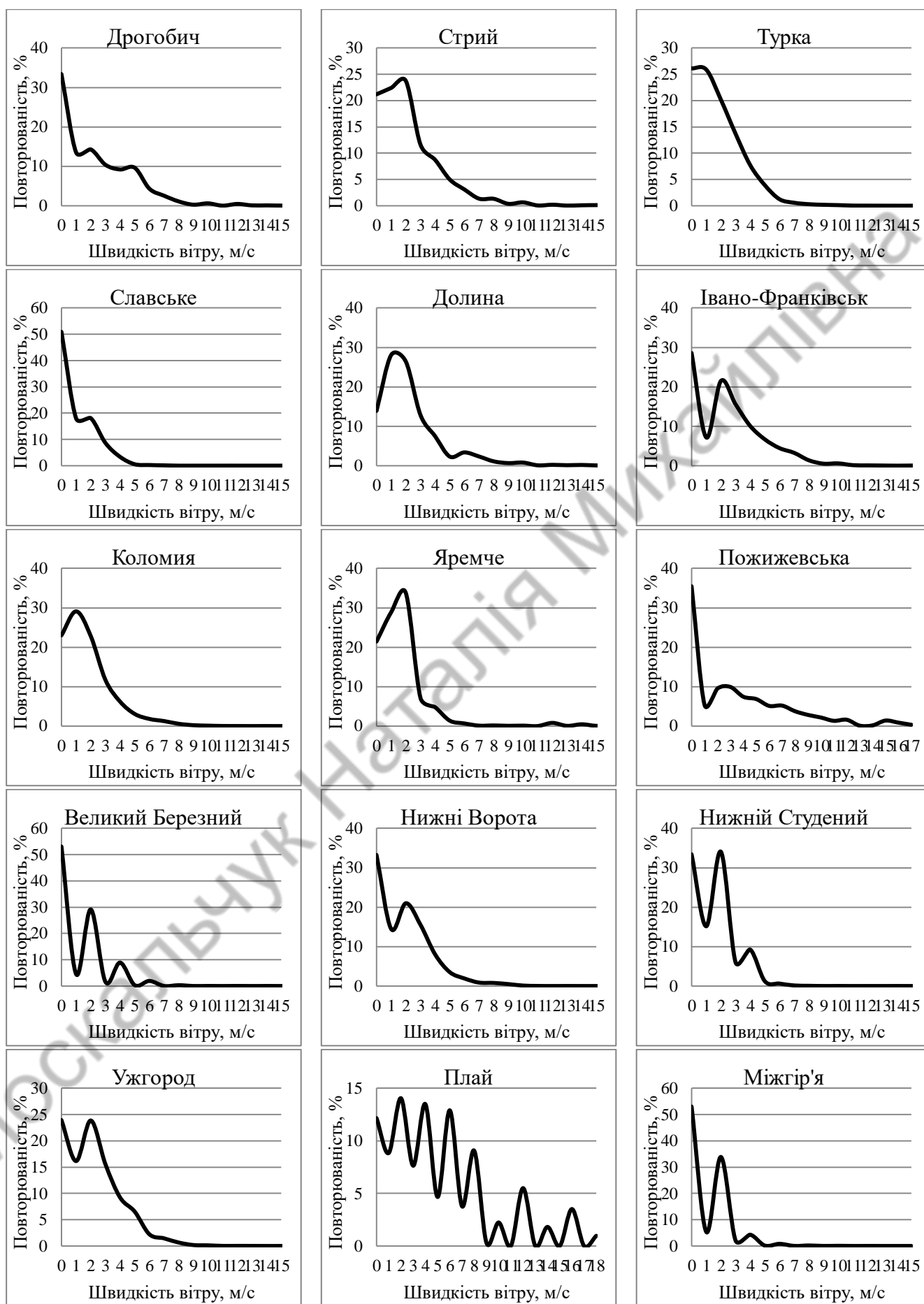
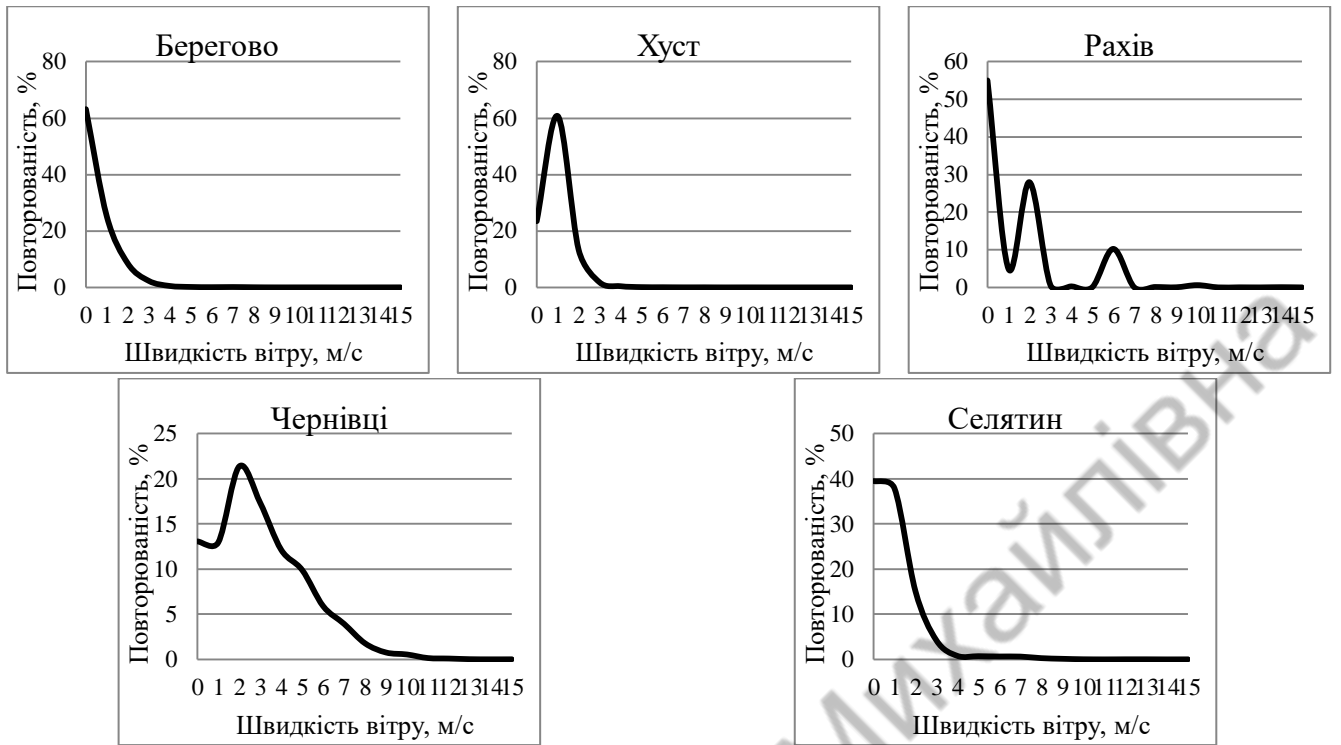


Рис. 3.17. Повторюваність швидкостей вітру на висоті 10 м на метеостанціях Карпатського регіону за 2005-2015 рр.



Продовження рис.3.17



Продовження рис.3.17

На основі запропонованої класифікації визначено повторюваності перспективних для роботи ВЕУ швидкостей (рис. 3.18, табл. 3.2).

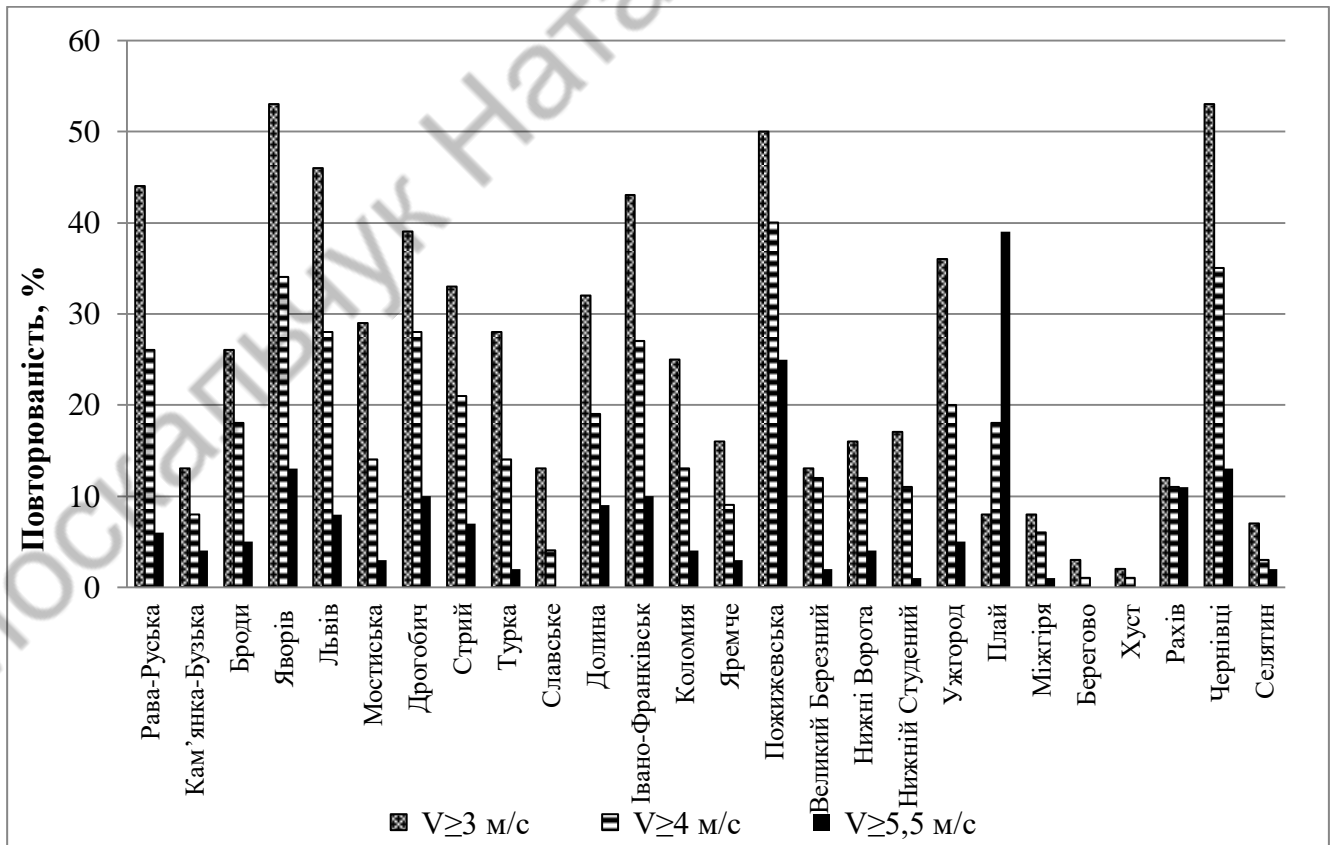


Рис. 3.18. Повторюваність перспективних швидкостей на висоті 10 м на метеостанціях Карпатського регіону за 2005-2015 рр.

**Повторюваність перспективних швидкостей на висоті 10 м на метеостанціях
Карпатського регіону за 2005-2015 рр.**

№ з/п	Метеостанція	Частка при $V \geq 3$ м/с, %	Частка при $V \geq 4$ м/с, %	Частка при $V \geq 5,5$ м/с, %
1	Рава-Руська	44	26	6
2	Кам'янка-Бузька	13	8	4
3	Броди	26	18	5
4	Яворів	53	34	13
5	Львів	46	28	8
6	Мостиська	29	14	3
7	Дрогобич	39	28	10
8	Стрий	33	21	7
9	Турка	28	14	2
10	Славське	13	4	0
11	Долина	32	19	9
12	Івано-Франківськ	43	27	10
13	Коломия	25	13	4
14	Яремче	16	9	3
15	Пожижевська	50	40	25
16	Великий Березний	13	12	2
17	Нижні Ворота	16	12	4
18	Нижній Студений	17	11	1
19	Ужгород	36	20	5
20	Плай	8	18	39
21	Міжгір'я	8	6	1
22	Берегове	3	1	0
23	Хуст	2	1	0
24	Рахів	12	11	11
25	Чернівці	53	35	13
26	Селятин	7	3	2

Аналізуючи повторюваність швидкостей на висоті 10 м, можна дійти таких висновків:

- частка днів зі штилем коливається від 6% (Мостиська) до 63% (Берегове) і в середньому складає 29%;
- частка швидкостей від 3 м/с коливаються від 2% (Хуст) до 53% (Яворів, Чернівці) до і в середньому складає 26%;

- частка швидкостей від 4 м/с коливаються від 1% (Берегове, Хуст) до 40% (Пожижевська) до і в середньому складає 17%;
- частка швидкостей від 5,5 м/с коливаються від 0% (Славське, Берегове, Хуст) до 39% (Плай) до і в середньому складає 7%.

3.8 Вітроенергетичний потенціал

3.8.1 Питома потужність вітру

Однією з основних характеристик вітроенергетичних ресурсів досліджуваної території є питома потужність вітру, яка за означенням виражається як [69,91]:

$$P_{\text{пит}} = \frac{1}{2} \rho v^3, \quad (3.4)$$

де ρ – густина повітря (у даних розрахунках $\rho=1,225$ кг/м³ – стандартна густина сухого повітря при 15 С і тиску 101330 Па);

v – модуль швидкості вітру.

Виходячи з (3.4) та базуючись на викладеній вище класифікації швидкостей вітру для цілей вітроенергетики запропоновано класифікацію територій за вітроенергетичним потенціалом на висоті 10 м:

- P до 5 Вт/м² – безперспективні для будь-яких типів ВЕУ;
- $5 \leq P < 20$ Вт/м² – малоперспективні,
- $20 \leq P < 40$ Вт/м² – перспективні для малих ВЕУ;
- $40 \leq P < 100$ Вт/м² – перспективні для малих та середніх ВЕУ,
- P понад 100 Вт/м² – перспективні для будь-яких ВЕУ.

На основі середніх значень швидкості вітру за багаторічний період та за 2005-2015 рр. розраховано дані питомої потужності вітру у Карпатському регіоні на висоті 10, 30, 50, 70 і 100 м, які представлено в табл. 3.3-3.4.

Таблиця 3.3

**Питома потужність вітру на висоті 10, 30, 50, 70, 100 м на метеостанціях
Карпатського регіону за середніми швидкостями багаторічного періоду**

№ з/п	Метеостанція	P ₁₀ , Вт/м ²	P ₃₀ , Вт/м ²		P ₅₀ , Вт/м ²		P ₇₀ , Вт/м ²		P ₁₀₀ , Вт/м ²	
			лог	степ	лог	степ	лог	степ	лог	степ
1	Рава-Руська	19	37	38	48	51	56	63	66	77
2	Кам'янка-Бузька	12	22	23	29	31	34	38	40	47
3	Броди	8	14	15	19	20	22	24	26	30
4	Яворів	31	59	60	76	81	89	99	104	123
5	Львів	27	51	52	66	71	78	87	91	108
6	Мостиська	18	34	34	43	46	51	57	60	70
7	Дрогобич	14	27	28	35	38	41	46	48	57
8	Стрий	9	16	17	21	23	25	28	29	34
9	Турка	13	24	25	32	34	37	41	43	51
10	Славське	1	2	2	3	3	3	4	4	5
11	Долина	18	35	36	45	48	53	59	62	73
12	Івано-Франківськ	14	27	28	35	38	42	46	49	57
13	Коломия	6	12	12	15	17	18	20	21	25
14	Яремча	3	5	5	7	7	8	9	10	11
15	Пожижевська	101	192	195	248	265	291	325	341	402
16	Великий Березний	1	3	3	4	4	4	5	5	6
17	Нижні Ворота	5	10	10	13	14	15	17	18	21
18	Нижній Студений	4	7	8	10	10	11	13	13	16
19	Ужгород	9	17	18	22	24	26	29	31	36
20	Плай	121	230	234	298	318	348	389	409	482
21	Міжгір'я	1	2	2	3	3	3	3	3	4
22	Берегове	1	2	2	3	3	3	3	3	4
23	Хуст	1	2	2	3	3	3	4	4	4
24	Рахів	1	1	1	2	2	2	2	2	2
25	Чернівці	30	56	57	73	78	85	95	100	118
26	Селятин	1	2	2	2	2	3	3	3	3

**Питома потужність вітру на висоті 10, 30, 50, 70, 100 м на метеостанціях
Карпатського регіону за середніми швидкостями 2005-2015 рр.**

№ з/п	Метеостанція	P ₁₀ , Вт/м ²	P ₃₀ , Вт/м ²		P ₅₀ , Вт/м ²		P ₇₀ , Вт/м ²		P ₁₀₀ , Вт/м ²	
			лог	степ	лог	степ	лог	степ	лог	степ
1	Рава-Руська	8	16	16	21	22	24	27	29	34
2	Кам'янка-Бузька	4	8	8	10	11	12	14	14	17
3	Броди	5	9	10	12	13	14	16	17	20
4	Яворів	18	35	35	45	48	53	59	62	73
5	Львів	10	18	19	24	25	28	31	32	38
6	Мостиська	6	11	11	14	15	16	18	19	23
7	Дрогобич	7	14	14	18	20	21	24	25	30
8	Стрий	7	12	13	16	17	19	21	22	26
9	Турка	4	7	7	9	9	10	11	12	14
10	Славське	1	1	1	2	2	2	2	2	2
11	Долина	7	14	14	18	20	21	24	25	30
12	Івано-Франківськ	10	18	19	24	25	28	31	32	38
13	Коломия	4	7	7	9	9	10	11	12	14
14	Яремча	3	6	6	7	8	9	10	10	12
15	Пожижевська	26	50	51	65	69	76	84	89	105
16	Великий Березний	1	2	2	3	3	3	3	4	4
17	Нижні Ворота	4	7	7	9	9	10	11	12	14
18	Нижній Студений	2	4	4	5	5	6	7	7	8
19	Ужгород	6	11	11	14	15	16	18	19	23
20	Плай	77	145	148	188	201	220	246	258	305
21	Міжгір'я	1	1	1	2	2	2	2	2	2
22	Берегове	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Хуст	1	1	1	2	2	2	2	2	2
24	Рахів	1	3	3	3	4	4	4	5	5
25	Чернівці	17	31	32	41	43	48	53	56	66
26	Селятин	1	1	1	2	2	2	2	2	2

Питома потужність вітру розрахована з середньої швидкості не завжди може бути достовірною. Більш вірогідним є розрахунок питомої потужності з врахуванням повторюваності швидкості вітру f_i . Тоді (3.4) можна записати у вигляді:

$$P_{num} = \frac{1}{2} \rho \sum_{i=1}^n v_i^3 f_i, \quad (3.5)$$

де f_i – повторюваність швидкості v_i , частки одиниці;

n – кількість градацій швидкостей вітру.

Для розрахунків повторюваності використовувалась база щотрьохгодинних даних швидкостей вітру на висоті 10 м, осереднених за 10-хвилинний період, що передував терміну спостереження за 2005-2015 рр. сформована за даними [116]. При розрахунках враховувалась повторюваність швидкостей від 1 до 25 м/с. Не бралися до уваги швидкості вище 25 м/с. Результати порівняння значень питомої потужності вітру на висоті 10 м визначеного за (3.4) та (3.5) представлено на рис.3.19.

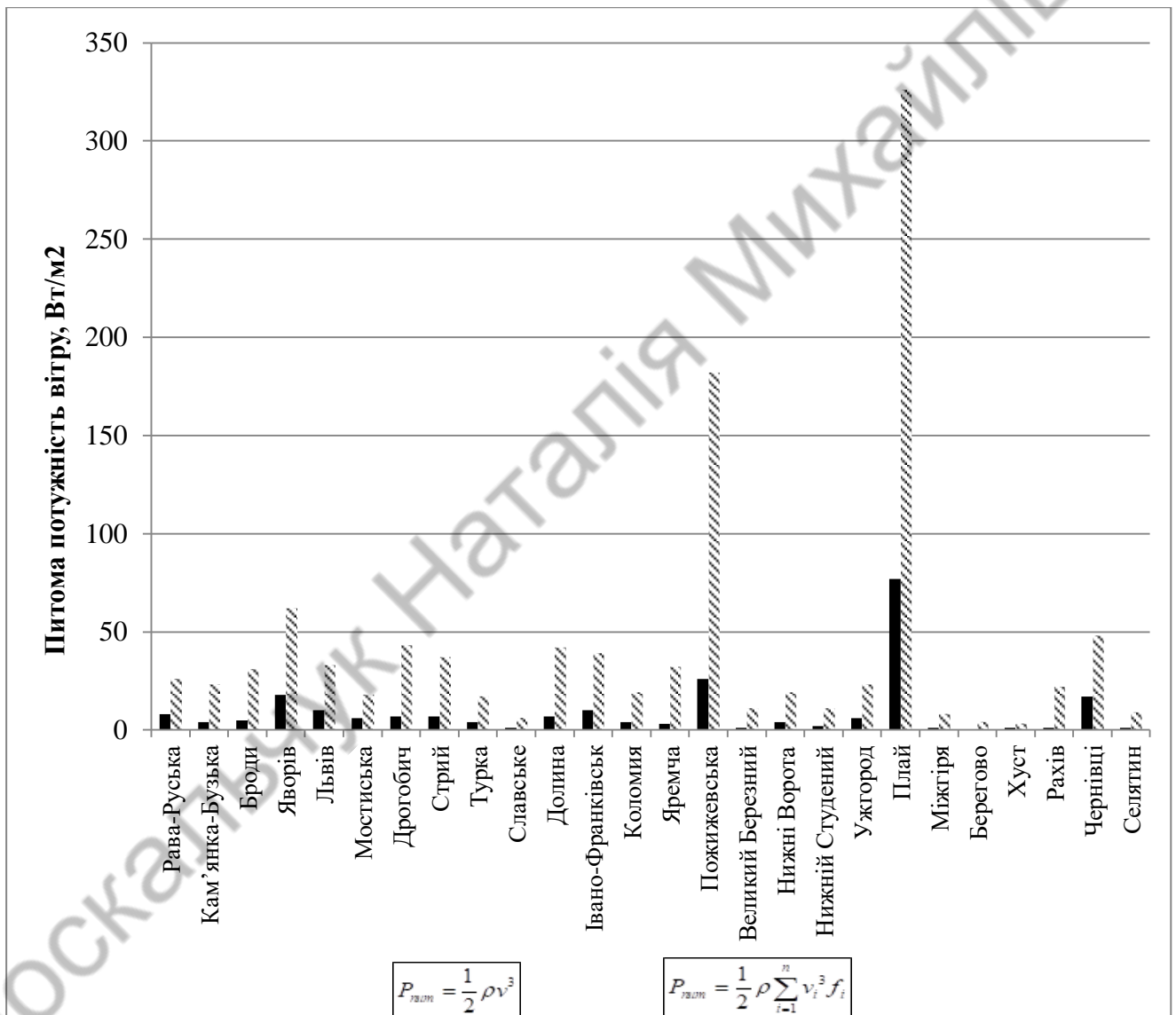


Рис. 3.19. Питома потужність вітру на висоті 10м на метеостанціях Карпатського регіону за 2005-2015 рр.

Як видно з рис. 3.19 розрахунок за (3.5) дає значно вищі значення питомої потужності вітру, навіть не беручи до уваги швидкості від 25 м/с.

3.8.2 Питомий вітроенергетичний потенціал

Поряд з питомою потужністю розраховано середній вітроенергетичний потенціал, тобто енергію, що протікає за рік через 1 м^2 поперечного перерізу, яка залежить від повторюваності швидкості вітру – періоду річного часу t_i , коли дув вітер зі швидкістю v_i :

$$W_{num} = T \sum_{i=1}^n P_{num i} f_i \quad (3.6)$$

де $P_{num i}$ – питома потужність вітру, $\text{кВт}/\text{м}^2$ при швидкості v_i ;

n – кількість градацій швидкостей вітру;

f_i – повторюваність швидкості v_i , частки одиниці;

T – кількість годин у році – 8760.

Питомий вітроенергетичний потенціал розраховано на висоті 10 м на основі даних спостережень за 2005-2015 рр (табл. 3.5.).

Аналіз отриманих результатів свідчить, що сприятливі вітрокліматичні умови визначаються орографічно, так для промислової вітроенергетики найкращі показники є на території Українських Карпат, Передкарпатті, на Розточчі, Хотинській височині. ВЕУ середньої потужності доцільно розташовувати також у Львівській та Івано-Франківській областях на Опіллі, Подільській височині. Для малих ВЕУ сприятливими вітровими умовами характеризується переважна частина Львівської області (особливо північно-західні та центральні райони), Івано-Франківської (особливо північні, південно-західні райони), центральна частина Чернівецької області, гірська частина Закарпатської. Несприятливими є глибокі річкові долини, місцевості захищені горами, переважна частина Закарпатської області. Однак слід зауважити, що при проектуванні ВЕС на конкретній ділянці є потреба у додаткових польових спостереженнях за показниками вітрових характеристик впродовж року, оскільки отримані дані з найближчих метеостанцій можуть відрізнятися через місцеві орографічні

особливості. Також, окрім кліматичних характеристик слід враховувати обмеження щодо розташування ВЕУ, що розглянуто нижче в розділі 4.

Таблиця 3.5

**Питомий вітроенергетичний потенціал на висоті 10 м на метеостанціях
Карпатського регіону за 2005-2015 рр.**

№ з/п	Метеостанція	W_{num10} , кВт год /м ² рік
1	Рава-Руська	228
2	Кам'янка-Бузька	199
3	Броди	270
4	Яворів	541
5	Львів	285
6	Мостиська	155
7	Дрогобич	381
8	Стрий	321
9	Турка	152
10	Славське	49
11	Долина	364
12	Івано-Франківськ	340
13	Коломия	163
14	Яремча	281
15	Пожижевська	1592
16	Великий Березний	96
17	Нижні Ворота	171
18	Нижній Студений	97
19	Ужгород	199
20	Плай	2859
21	Міжгір'я	72
22	Берегове	35
23	Хуст	22
24	Рахів	190
25	Чернівці	416
26	Селятин	78

3.8.3 Технічний вітроенергетичний потенціал

Технічний потенціал вітрової енергії – це сумарна електрична енергія, яка може бути отримана від використання питомого вітроенергетичного потенціалу при сучасному рівні розвитку техніки і дотриманні екологічних нормативів.

Технічний потенціал, таким чином, залежить від параметрів ВЕУ, середньої швидкості вітру на висоті щогли [72].

Технічний вітроенергетичний потенціал розраховують за формулою:

$$W_m = T \sum_{i=1}^n P_i f_i \quad (3.7)$$

де P_i – потужність вітру, кВт при швидкості v_i ,

f_i – повторюваність швидкості v_i , частки одиниці,

T – кількість годин у році – 8760,

Потужність вітру визначається як:

$$P = C_p P_{num} S \quad (3.8)$$

де C_p – коефіцієнт використання енергії вітру;

P_{num} – питома потужність вітру, кВт/м²,

S – обмахувана площа вітроколеса, м², яка розраховується як:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.9)$$

де D – діаметр ротора, м.

Зважаючи на те, що значення стартової, розрахункової та максимально експлуатаційної швидкості вітру для кожної ВЕУ є різними, розраховано технічний вітроенергетичний потенціал на метеостанціях для трьох категорій ВЕУ – малої, середньої та великої потужності. Для розрахунків річного технічного вітроенергетичного потенціалу на певній висоті використовувалася база щотрьохгодинних даних швидкостей вітру, осереднених за 10-хвилинний період, що передував терміну спостереження за 2005-2015 рр. сформована за даними [116]. Для малих, середніх та великих ВЕУ дані щотрьохгодинних швидкостей вітру були приведені до висоти існуючих ВЕУ цих класів. Швидкості вітру на заданих висотах обчислені за степеневою залежністю. При розрахунку питомої потужності P_{num} за (3.5) за швидкість v використовувалась початкова швидкість діапазону Δv .

Розрахунки виконано для метеостанцій, які характеризувалися перспективними показниками швидкості вітру та питомої потужності вітру на відповідних висотах. Зокрема, як вище запропоновано, для ВЕУ мегаватного класу перспективними можна вважати території з середніми швидкостями вітру за багаторічний період від 5,5 м/с та з питомою потужністю від 100 Вт/м², для ВЕУ середньої потужності – від 4 м/с та 40 Вт/м², для малої потужності – від 3 м/с та 20 Вт/м². Аналізувалися перелічені показники на середніх висотах ВЕУ відповідного класу: для великих ВЕУ – 100 м, середніх – 50-70 м, малих – 10-30 м (рис.3.6-3.11, табл. 3.3). До уваги бралися значення середньої швидкості вітру та питомої потужності за 2005-2015 рр. на вказаних висотах (рис. 3.12-3.13, табл. 3.4), оскільки, як зазначалося вище, середні швидкості вітру за останні 10 років у порівнянні з багаторічним періодом зменшилися майже по всіх метеостанціях (табл. 3.1, рис. 3.1) також враховувався показник повторюваності перспективних швидкостей (табл. 3.2, рис. 3.18).

3.8.3.1 ВЕУ великої потужності. Згідно з даними Української вітроенергетичної асоціації [13] провідними компаніями вітроенергетичної промисловості є ТОВ «Вінд Пауер», ТОВ «УК «Вітряні парки » і ТОВ «Віндкрафт Україна». На території Західної України найбільшими на даний час є ВЕС «Старий Самбір -1» загальною потужністю 13,2 МВт ТОВ «Еко-оптіма» та ВЕС «Старий Самбір -2» – 20,7 МВт ТОВ "Карпатський вітер". Ці вітроелектростанції обладнані відповідно 4 та 6 вітротурбінами V 112 номінальною потужністю 3,3 МВт виробництва данської компанії Vestas. [119]. За даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) [14] у 2018 р. ВЕС «Старий Самбір -1» вироблено 26,26 млн кВт·год електроенергії, що у перерахунку на 1 ВЕУ складає 6,56 млн кВт·год. ВЕС «Старий Самбір -2» виробила 38,16 млн кВт·год, тобто 6,36 млн кВт·год на одну ВЕУ.

Згідно з аналізом попередніх розрахунків перспективними швидкостями для великої вітроенергетики характеризуються території метеостанцій Яворів,

Пожижевська, Плай та Чернівці. Тому, беручи до уваги технічні характеристики ВЕУ Vestas V112-3.3MW [120] (дод.Е.1, Е.2), розраховано вітроенергетичний потенціал на цих метеостанціях на висоті 119 м (табл.3.6-3.9).

Таблиця 3.6

Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Яворів для Vestas V112-3.3MW (на висоті 119 м).

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,09518	834		
1-1,9	0,15804	1384		
2-2,9	0,00000	0		
3(стартова)-4	0,22008	1928	23	44341
4-4,9	0,18960	1661	88	146162
5-5,9	0,00000	0	301	0
6-6,9	0,13619	1193	557	664537
7-7,9	0,00000	0	912	0
8-8,9	0,07535	660	1377	908859
9-9,9	0,04878	427	1954	835037
10-10,9	0,00000	0	2572	0
11(номінальна)-11,9	0,03000	263	2988	785122
12-12,9	0,00000	0	3276	0
13-13,9	0,01497	131	3300	432862
14-14,9	0,00467	41	3300	135097
15-15,9	0,00000	0	3300	0
16-16,9	0,00911	80	3300	263301
17-17,9	0,00000	0	3300	0
18-18,9	0,00811	71	3300	234352
19-19,9	0,00505	44	3300	146125
20-20,9	0,00000	0	3300	0
21-21,9	0,00162	14	3300	46870
22-22,9	0,00167	15	3300	48249
23-23,9	0,00000	0	3300	0
24-24,9	0,00067	6	3300	19300
25(максимальна експлуатаційна)-25,9	0,00000	0	3300	0
від 26	0,00091	8		
Всього				4710214 579,4 т у.п. *

* – тонн умовного палива, 1 кВт·год = 0,123 кг у. п. [121]

**Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Пожижевська для Vestas
V112-3.3MW (на висоті 119 м).**

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,35533	3113		
1-1,9	0,05401	473		
2-2,9	0,00000	0		
3(стартова)-4	0,09517	834	23	19175
4-4,9	0,09915	869	88	76430
5-5,9	0,00000	0	301	0
6-6,9	0,07437	652	557	362886
7-7,9	0,00000	0	912	0
8-8,9	0,06843	599	1377	825440
9-9,9	0,05113	448	1954	875210
10-10,9	0,00000	0	2572	0
11(номінальна)-11,9	0,05190	455	2988	1358415
12-12,9	0,00000	0	3276	0
13-13,9	0,03757	329	3300	1086059
14-14,9	0,02827	248	3300	817315
15-15,9	0,00000	0	3300	0
16-16,9	0,02171	190	3300	627531
17-17,9	0,00000	0	3300	0
18-18,9	0,01327	116	3300	383722
19-19,9	0,01605	141	3300	464068
20-20,9	0,00000	0	3300	0
21-21,9	0,00110	10	3300	31861
22-22,9	0,00177	16	3300	51255
23-23,9	0,00000	0	3300	0
24-24,9	0,01394	122	3300	403116
25(максимальна експлуатаційна)-25,9	0,00000	0	3300	0
від 26	0,01682	147		
Всього				7382484 908,1 т у.п.

**Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Плай для Vestas V112-
3.3MW (на висоті 119 м).**

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,12387	1085		
1-1,9	0,08813	772		
2-2,9	0,00000	0		
3(стартова)-4	0,14031	1229	23	28270
4-4,9	0,07610	667	88	58662
5-5,9	0,00000	0	301	0
6-6,9	0,13461	1179	557	656796
7-7,9	0,00000	0	912	0
8-8,9	0,04653	408	1377	561276
9-9,9	0,12900	1130	1954	2208121
10-10,9	0,00000	0	2572	0
11(номінальна)-11,9	0,03767	330	2988	985885
12-12,9	0,00000	0	3276	0
13-13,9	0,09052	793	3300	2616792
14-14,9	0,00297	26	3300	85887
15-15,9	0,00000	0	3300	0
16-16,9	0,02233	196	3300	645540
17-17,9	0,00000	0	3300	0
18-18,9	0,00000	0	3300	0
19-19,9	0,05506	482	3300	1591685
20-20,9	0,00000	0	3300	0
21-21,9	0,00010	1	3300	2771
22-22,9	0,01787	157	3300	516709
23-23,9	0,00000	0	3300	0
24-24,9	0,00000	0	3300	0
25(максимальна експлуатаційна)-25,9	0,00000	0	3300	0
від 26	0,03493	306		
Всього				9958394 1224,9 т у.п.

Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Чернівці для Vestas V112-3.3MW (на висоті 119 м).

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,13173	1154		
1-1,9	0,12949	1134		
2-2,9	0,00000	0		
3(стартова)-4	0,21361	1871	23	43039
4-4,9	0,17318	1517	88	133497
5-5,9	0,00000	0	301	0
6-6,9	0,12132	1063	557	591946
7-7,9	0,09892	867	912	0
8-8,9	0,00000	0	1377	1193239
9-9,9	0,05896	516	1954	1009140
10-10,9	0,00000	0	2572	0
11(номінальна)-11,9	0,03927	344	2988	1027939
12-12,9	0,01773	155	3276	0
13-13,9	0,00000	0	3300	512469
14-14,9	0,00760	67	3300	219760
15-15,9	0,00543	48	3300	0
16-16,9	0,00000	0	3300	156841
17-17,9	0,00145	13	3300	0
18-18,9	0,00000	0	3300	41946
19-19,9	0,00091	8	3300	26444
20-20,9	0,00022	2	3300	0
21-21,9	0,00000	0	3300	6383
22-22,9	0,00006	1	3300	1824
23-23,9	0,00009	1	3300	0
24-24,9	0,00000	0	3300	2736
25(максимальна експлуатаційна)-25,9	0,00000	0	3300	0
від 26	0,00003	0		
Всього				4967202 611 т у.п.

Аналіз розрахунків дав змогу зробити висновки, що річний вітроенергетичний потенціал на найперспективніших територіях Карпатського регіону, де швидкості вітру близькі до даних метеостанцій Яворів, Пожижевська, Плай, Чернівці від однієї турбіни Vestas V112-3.3MW на висоті 119 м може складати від 4,7 до 10 млн кВт·год/рік або від 579 до 1225 т у.п..

3.8.3.2 ВЕУ середньої потужності. Для ВЕУ середнього класу, тобто потужністю від 100 до 1000 кВт, то розраховано річний вітроенергетичний потенціал для ВЕУ Nordex потужністю 600 кВт. Такі турбіни плануються до встановлення на ВЕС «Шевченкове-1» у с. Шевченкове Долинського району Івано-Франківської області [122]. За даними НКРЕКП 1 чергою ВЕС – 1 ВЕУ Nordex N43 600 кВт за 2018 р. вироблено 152 тис.кВт·год (дата встановлення "зеленого" тарифу – 11 січня 2018 р.) [14]. Технічні характеристики вітрової турбіни Nordex N43 600-125 43.0 [123,124] подано в дод.Є.1, Є.2.

Для ВЕУ середньої потужності перспективними є території метеостанцій, які перспективні для великої вітроенергетики, а також Раву-Руська, Львів, Долина, Івано-Франківськ. У табл. 3.10-3.13 наведено результати розрахунків вітроенергетичного потенціалу на висоті 50 м.

**Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Рава-Руська для Nordex
N43-600-125 43.0 (на висоті 50 м).**

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,15548	1362		
1-1,9	0,17510	1534		
2-2,9	0,23271	2039		
3-3,9	0,00000	0		
4 (стартова)-4,9	0,17893	1567	17	26646
5-5,9	0,12957	1135	45	51076
6-6,9	0,06817	597	72	42994
7-7,9	0,00000	0	124	0
8-8,9	0,03732	327	196	64073
9-9,9	0,01336	117	277	32421
10-10,9	0,00000	0	364	0
11-11,9	0,00566	50	444	22012
12-12,9	0,00217	19	533	10132
13 -13,9 (номінальна 13,5)	0,00106	9	584	5442
14-14,9	0,00000	0	618	0
15-15,9	0,00009	1	619	461
16-16,9	0,00009	1	618	461
17-17,9	0,00000	0	618	0
18-18,9	0,00000	0	620	0
19-19,9	0,00004	0	610	227
20-20,9	0,00000	0	594	0
21-21,9	0,00000	0	592	0
22-22,9	0,00004	0	590	220
23-23,9	0,00000	0	580	0
24-24,9	0,00000	0	575	0
25(максимальна експлуатаційна)- 25,9	0,00000	0	570	0
від 26	0,00021	2		
Всього				256166 31,5 т у.п.

Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Львів для Nordex N43-600-125 43.0 (на висоті 50 м).

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,23255	2037		
1-1,9	0,09393	823		
2-2,9	0,20994	1839		
3-3,9	0,00000	0		
4 (стартова)-4,9	0,18294	1603	17	27243
5-5,9	0,11837	1037	45	46662
6-6,9	0,07907	693	72	49873
7-7,9	0,00000	0	124	0
8-8,9	0,04305	377	196	73921
9-9,9	0,02261	198	277	54875
10-10,9	0,00000	0	364	0
11-11,9	0,01050	92	444	40851
12-12,9	0,00413	36	533	19292
13 -13,9 (номінальна 13,5)	0,00202	18	584	10327
14-14,9	0,00000	0	618	0
15-15,9	0,00057	5	619	3079
16-16,9	0,00022	2	618	1195
17-17,9	0,00003	0	618	171
18-18,9	0,00000	0	620	0
19-19,9	0,00006	1	610	337
20-20,9	0,00000	0	594	0
21-21,9	0,00000	0	592	0
22-22,9	0,00000	0	590	0
23-23,9	0,00000	0	580	0
24-24,9	0,00000	0	575	0
25(максимальна експлуатаційна)-25,9	0,00000	0	570	0
від 26	0,00000	0		
Всього				327825 40,3 т у.п.

**Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Долина для Nordex N43-
600-125 43.0 (на висоті 50 м).**

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,13965	1223		
1-1,9	0,28069	2459		
2-2,9	0,26387	2312		
3-3,9	0,00000	0		
4 (стартова)-4,9	0,12828	1124	17	19104
5-5,9	0,07460	654	45	29408
6-6,9	0,02302	202	72	14519
7-7,9	0,00000	0	124	0
8-8,9	0,03367	295	196	57811
9-9,9	0,02321	203	277	56323
10-10,9	0,00000	0	364	0
11-11,9	0,01089	95	444	42353
12-12,9	0,00654	57	533	30550
13 -13,9 (номінальна 13,5)	0,00788	69	584	40315
14-14,9	0,00000	0	618	0
15-15,9	0,00091	8	619	4921
16-16,9	0,00215	19	618	11635
17-17,9	0,00119	10	618	6464
18-18,9	0,00000	0	620	0
19-19,9	0,00186	16	610	9953
20-20,9	0,00062	5	594	3231
21-21,9	0,00000	0	592	0
22-22,9	0,00033	3	590	1728
23-23,9	0,00019	2	580	971
24-24,9	0,00024	2	575	1203
25(максимальна експлуатаційна)-25,9	0,00000	0	570	0
від 26	0,00019	2		
Всього				330489 40,7 т у.п.

**Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Івано-Франківськ для
Nordex N43-600-125 43.0 (на висоті 50 м).**

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,28685	2513		
1-1,9	0,07153	627		
2-2,9	0,21459	1880		
3-3,9	0,00000	0		
4 (стартова)-4,9	0,15549	1362	17	23156
5-5,9	0,10059	881	45	39653
6-6,9	0,06661	583	72	42011
7-7,9	0,00000	0	124	0
8-8,9	0,04446	389	196	76332
9-9,9	0,03247	284	277	78784
10-10,9	0,00000	0	364	0
11-11,9	0,01366	120	444	53139
12-12,9	0,00508	45	533	23719
13 -13,9 (номінальна 13,5)	0,00584	51	584	29862
14-14,9	0,00000	0	618	0
15-15,9	0,00136	12	619	7357
16-16,9	0,00073	6	618	3929
17-17,9	0,00041	4	618	2221
18-18,9	0,00000	0	620	0
19-19,9	0,00000	0	610	0
20-20,9	0,00028	2	594	1478
21-21,9	0,00000	0	592	0
22-22,9	0,00003	0	590	163
23-23,9	0,00000	0	580	0
24-24,9	0,00003	0	575	159
25(максимальна експлуатаційна)-25,9	0,00000	0	570	0
від 26	0,00000	0		
Всього				381961 47,0 т у.п.

Річний вітроенергетичний потенціал від однієї ВЕУ Nordex N43-600-125 43.0 на висоті 50 м на даних метеостанціях може складати від 256 до 382 тис.кВт·год/рік або від 31,5 до 47 т у.п.. Проте при розташуванні турбін середньої потужності на територіях, які є перспективними для ВЕУ мегаватного класу значення річного вітроенергетичного потенціалу будуть більшими.

3.8.3.3 ВЕУ малої потужності. Згідно з класифікацією до малого класу відносяться ВЕУ потужністю до 100 кВт. Однак, в Україні ринок малої вітроенергетики базується переважно на ВЕУ, що виробляють електроенергію для приватних домогосподарств, з середньою потужністю від 1 до 25 кВт. Огляд ринку малої вітроенергетики надає першість компаніям ВЕРАНО та FLAMINGO AERO [13]. Як приклад, розраховано річний вітроенергетичний потенціал вітрогенератора FLAMINGO AERO – 6.7, технічні характеристики якого [125] подані у дод.Ж.1, Ж.2.

Сприятливими вітровими умовами для малих ВЕУ характеризується більша частина Львівської та Івано-Франківської областей, центральна частина Чернівецької. Тому, окрім перспективних для великої та середньої вітроенергетики, малі ВЕУ можна також встановлювати на територіях Дрогобича, Стрия, Ужгорода (табл. 3.14-3.16).

**Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Дрогобич для FLAMINGO
AERO – 6.7 (на висоті 23 м).**

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,33447	2930		
1-1,9	0,13514	1184		
2-2,9 (стартова 2,5)	0,14272	1250		
3-3,9	0,10384	910	0,2	182
4 -4,9	0,09195	806	0,5	403
5-5,9	0,09630	844	1	844
6-6,9	0,00000	0	1,7	0
7-7,9	0,04327	379	2,7	1023
8 (номінальна) - 8,9	0,02538	222	4	889
9-9,9	0,01090	96	4	382
10-10,9	0,00264	23	4	93
11-11,9	0,00601	53	4	210
12-12,9	0,00017	1	4	6
13 -13,9	0,00000	0	4	0
14-14,9	0,00451	40	4	158
15-15,9	0,00085	7	4	30
16-16,9	0,00085	7	4	30
17-17,9	0,00034	3	4	12
18-18,9	0,00013	1	4	4
19-19,9	0,00000	0	4	0
20-20,9	0,00009	1	4	3
21-21,9	0,00017	1	4	6
22-22,9	0,00004	0	4	1
23-23,9	0,00017	1	4	6
24-24,9	0,00000	0	4	0
25-25,6	0,00000	0	4	0
від 26	0,00004	0		
Всього				4283

**Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Стрий для FLAMINGO
AERO – 6.7 (на висоті 23 м).**

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,21303	1866		
1-1,9	0,22390	1961		
2-2,9 (стартова 2,5)	0,23720	2078		
3-3,9	0,11600	1016	0,2	203
4 -4,9	0,08720	764	0,5	382
5-5,9	0,04978	436	1	436
6-6,9	0,00000	0	1,7	0
7-7,9	0,03085	270	2,7	730
8 (номінальна) - 8,9	0,01335	117	4	468
9-9,9	0,01316	115	4	461
10-10,9	0,00358	31	4	125
11-11,9	0,00644	56	4	226
12-12,9	0,00048	4	4	17
13 -13,9	0,00000	0	4	0
14-14,9	0,00191	17	4	67
15-15,9	0,00024	2	4	8
16-16,9	0,00086	8	4	30
17-17,9	0,00119	10	4	42
18-18,9	0,00038	3	4	13
19-19,9	0,00000	0	4	0
20-20,9	0,00005	0	4	2
21-21,9	0,00029	3	4	10
22-22,9	0,00000	0	4	0
23-23,9	0,00000	0	4	0
24-24,9	0,00000	0	4	0
25-25,6	0,00000	0	4	0
від 26	0,00014	1		
Всього				3219

**Вітроенергетичні характеристики на метеостанції Ужгород для FLAMINGO
AERO – 6.7 (на висоті 23 м).**

Діапазон швидкості вітру Δv , м/с	Повторюваність f_i	Кількість годин у році при даній швидкості t_i год/рік	Потужність вітру P , кВт	Річний вітроенергетичний потенціал W , кВт·год/рік
0-0,9	0,23997	2102		
1-1,9	0,16149	1415		
2-2,9 (стартова 2,5)	0,23861	2090		
3-3,9	0,15550	1362	0,2	681
4 -4,9	0,09223	808	0,5	808
5-5,9	0,06535	573	1	973
6-6,9	0,00000	0	1,7	0
7-7,9	0,02227	195	2,7	780
8 (номінальна) - 8,9	0,01454	127	4	510
9-9,9	0,00653	57	4	229
10-10,9	0,00177	15	4	62
11-11,9	0,00120	10	4	42
12-12,9	0,00016	1	4	6
13 -13,9	0,00000	0	4	0
14-14,9	0,00019	2	4	7
15-15,9	0,00013	1	4	4
16-16,9	0,00000	0	4	0
17-17,9	0,00003	0	4	1
18-18,9	0,00003	0	4	1
19-19,9	0,00000	0	4	0
20-20,9	0,00000	0	4	0
21-21,9	0,00000	0	4	0
22-22,9	0,00000	0	4	0
23-23,9	0,00000	0	4	0
24-24,9	0,00000	0	4	0
25-25,6	0,00000	0	4	0
від 26	0,00000	0		
Всього				4104

Підсумкові значення річного вітроенергетичного потенціалу малих ВЕУ на метеостанціях Дрогобич, Стрий, Ужгород є досить незначними 3,2-4,3 тис кВт·год/рік, проте перспективними для малої вітроенергетики є не тільки території цих метеостанцій, а й ті, на яких було запропоновано встановлення ВЕУ великої та середньої потужності. Результати розрахунків річного вітроенергетичного потенціалу на них, безумовно, були б значно вищими.

Висновки до розділу 3

1. Проведено розрахунок та аналіз середньої швидкості вітру на метеостанціях Карпатського регіону на висоті 10 м. Встановлено сучасні зміни вітрових характеристик, а саме: зменшення середньої швидкості вітру за період 2005-2015 рр. у порівнянні з багаторічним періодом майже по всіх метеостанціях в середньому на 0,5 м/с (від 0,1 – Селятин, Міжгір'я до 2 м/с – Пожижевська); зсув річного ходу швидкості вітру – у період 2005-2015 рр. на більшості метеостанцій максимальні значення середньої швидкості вітру спостерігаються у березні (77%), січні та грудні, тоді як у багаторічному періоді – у січні (42 %), іноді листопаді, грудні чи квітні. Мінімальні значення спостерігаються в обох періодах в серпні, на ряді метеостанціях також у вересні, жовтні. Різниця між зимовим максимумом та літнім мінімумом швидкостей у середньому складає 1 м/с в обох періодах. Побудовано карти середньорічної та середньомісячної швидкості вітру у січні та липні у Карпатському регіоні на висоті 10 м за багаторічний період.

2. 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.

3. Розраховано середні швидкості вітру на висоті на висоті роботи ВЕУ – 30, 50, 70, 100 м використовуючи логарифмічний та степеневий вертикальні профілі вітру. Середній приріст швидкості вітру із збільшенням висоти від 10 до 100 м на території Карпатського регіону складає 1,3-1,5 м/с для багаторічного періоду та 1-1,2 м/с для періоду 2005-2015 рр. Побудовано карти середньої швидкості вітру на заданих висотах.

4. Визначено абсолютні максимуми та повторюваність максимальних швидкостей вітру. Встановлено, що низька повторюваність швидкості вітру вище 25 м/с не впливатиме на показники виробітки електроенергії ВЕС.

5. За даними 2005-2015 рр. розраховано середню повторюваність напрямку вітру та штилю, побудовано рози вітрів. Виявлено закономірності переважання вітрів певних напрямів: для передгірних районів характерне переважання вітрів західних та східних румбів; у гірських районах переважають вітри різних напрямів; для Закарпатської низовини характерні вітри південних та північних румбів.

6. Розраховано повторюваність швидкостей вітру по градаціях на метеостанціях Карпатського регіону на висоті 10 м за даними 2005-2015 рр. та побудовано відповідні графіки. Згідно запропонованої класифікації визначено повторюваність перспективних для роботи ВЕУ швидкостей: частка швидкостей вітру від 3 м/с в середньому складає 26% (від 2% – Хуст до 53% – Яворів, Чернівці); від 4 м/с – 17% (від 1% – Берегове, Хуст до 40% – Пожижевська); від 5,5 м/с – 7% (від 0% – Славське, Берегове, Хуст до 39% – Плай).

7. Запропоновано класифікацію перспективних територій за вітроенергетичним потенціалом. Розраховано питому потужність вітру у Карпатському регіоні на висоті 10, 30, 50, 70 і 100 м як за даними середньої швидкості вітру, так і враховуючи повторюваність швидкості вітру, що дало значно вищі результати.

8. Розраховано питомий вітроенергетичний потенціал та встановлено, що найсприятливіші кліматичні умови для вітроенергетики мегаватного класу є у гірських районах Українських Карпат на території Івано-Франківської та Закарпатської областей, на Розточчі у Львівській області, Хотинській височині у Чернівецькій області. ВЕУ середньої потужності доцільно розташовувати також у Львівській та Івано-Франківській областях на Опіллі, Подільській височині. Для малих ВЕУ сприятливими вітровими умовами характеризується більша частина Львівської області (особливо північно-західні та центральні райони), Івано-Франківської (особливо північні, південно-західні райони), центральна частина Чернівецької області, гірська частина Закарпатської. Несприятливими є глибокі річкові долини, захищені горами, переважна частина Закарпатської області. Однак, при плануванні встановлення ВЕУ у кожному конкретному місці є потреба

у додаткових польових спостереженнях за показниками вітрових характеристик впродовж року, оскільки отримані дані з найближчих метеостанцій можуть відрізнятися через місцеві орографічні особливості.

9. Розраховано технічний вітроенергетичний потенціал на метеостанціях для трьох категорій ВЕУ – малої, середньої та великої потужності: річний вітроенергетичний потенціал на територіях Карпатського регіону (Яворів, Пожижевська, Плай, Чернівці), які можуть використовуватись для великої вітроенергетики, від однієї турбіни Vestas V112-3.3MW на висоті 119 м складає від 4,7 до 10 млн кВт·год/рік або від 579 до 1225 т у.п.; на територіях, які є перспективними для середньої вітроенергетики (Рава-Руська, Львів, Долина, Івано-Франківськ), від однієї турбіни Nordex N43-600-125 43.0 на висоті 50 м – від 256 до 382 тис.кВт·год/рік або від 31,5 до 47 т у.п.; для малих ВЕУ на метеостанціях Дрогобич, Стрий, Ужгород від FLAMINGO AERO-6.7 на висоті 23 м – 3,2-4,3 тис.кВт·год/рік. Враховуючи той факт, що перспективними для вітроенергетики меншої потужності є й території, на яких було запропоновано розташування ВЕУ вищого класу, то розрахунки річного вітроенергетичного потенціалу на них привели б до вищих результатів.

Основні положення цього розділу викладені в публікаціях автора [170, 171, 181, 182, 184, 186, 187].

РОЗДІЛ 4

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МАЙДАНЧИКІВ РОЗТАШУВАННЯ ВЕС (НА ПРИКЛАДІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Основною вимогою до реалізації проєктів з вітроенергетики є достатній вітроенергетичний потенціал території, проте, окрім сприятливих вітрокліматичних характеристик важливим є геопросторове планування з врахуванням обмежень, що дасть змогу уникнення перешкод запланованій діяльності, впливу на довкілля чи незадоволення громадськості.

У зв'язку з цим, екологічно безпечне геопросторове планування майданчика розташування ВЕС запропоновано виконувати у такій послідовності:

1. Аналіз вітроенергетичного потенціалу та вибір територій зі сприятливими кліматичними умовами.

2. Врахування обмежень.

- 2.1 Виключення територій з несприятливими орографічними показниками.

- 2.2 Виключення територій з технічними обмеженнями (віддалені від дорожньої та енергомережі).

- 2.3 Виключення територій, що мають екологічні обмеження: природні (ПЗФ, водні об'єкти, ліси), соціально-економічні (населені пункти, аеродроми) та врахування безпечних відстаней від них.

3. Вибір еколого безпечного перспективного майданчика розташування ВЕС.

4. Додаткові метеоспостереження на майданчику для підтвердження перспективних вітрових умов.

5. Проведення ОВД планованої діяльності для обґрунтування рішення про впровадження проєкту.

Запропонований алгоритм вибору майданчика розташування ВЕС шляхом врахування науково обґрунтованих геопросторових обмежень та використання ДЗЗ та ГІС (рис.4.1), що дає змогу запобігти впливам на довкілля від реалізації вітроенергетичних проєктів, застосовано для території Івано-Франківської області. За допомогою програмних продуктів Surfer, Mapinfo та даних ДЗЗ Google Earth побудовані карти швидкості вітру на різних висотах, карти геопросторових обмежень та карта перспективних майданчиків розташування ВЕС.

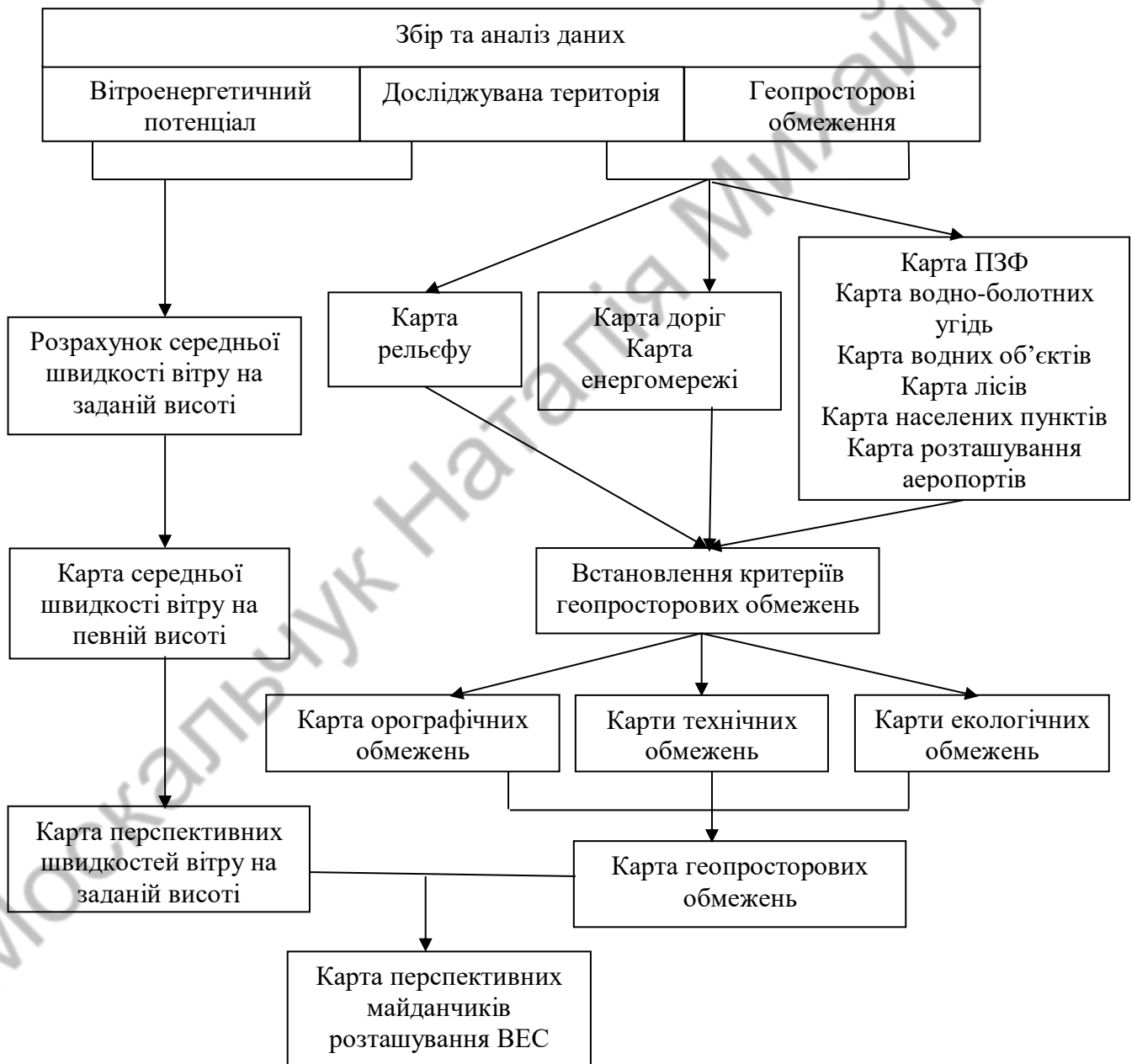


Рис. 4.1. Алгоритм вибору майданчика розташування ВЕС

4.1 Аналіз вітроенергетичного потенціалу

Вибір майданчика за показниками вітроенергетичного потенціалу базується на аналізі вітрових характеристик з найближчих постів Державної гідрометеорологічної мережі України, використанні карт вітроенергетичного потенціалу, знань про перспективні швидкості вітру для цілей вітроенергетики та їх повторюваність, вертикальний розподіл вітру, питомі потужності вітру та питомий та технічний вітропотенціал, що детально досліджено в розділі 3.

В Івано-Франківській області найсприятливіші кліматичні умови для вітроенергетики мегаватного класу є у гірських районах Українських Карпат та Передкарпатті. ВЕУ середньої потужності варто встановлювати також на Опіллі, Подільській височині. Для малих ВЕУ сприятливими вітровими умовами характеризується більша частина Івано-Франківської, особливо північні, північно-західні, південно-західні, східні райони.

4.2 Геопросторові обмеження

Геопросторові обмеження – компоненти довкілля, які можуть впливати чи зазнавати впливу від ВЕС та визначають можливість її розташування, запропоновано розділити на такі типи: орографічні, технічні (дорожня мережа та енергомережа), екологічні, зокрема природні (ПЗФ, водні об'єкти, ліси) та соціально-економічні (населені пункти, аеродроми).

4.2.1 Орографічні обмеження

Рельєф чинить вплив на вітрокліматичні ресурси: рівнинні відкриті території, підвищені ділянки, гірські хребти характеризуються високими вітроенергетичними показниками; глибокі річкові долини, ділянки захищені горами є, як правило, несприятливими для вітроенергетики (розділ 3).

Окрім впливу на метеовеличини важливими орографічними обмеженнями є ухил території, який може впливати на можливість проведення будівництва ВЕС

та виникнення небезпечних екзодинамічних явищ. На гірських схилах крутизною від 20° переважаючими схиломоделюючими процесами є обвали, зсуви, селі, лавини [126]. Будівництво ВЕС на крутих схилах характеризується підвищеною складністю, що веде до збільшення витрат та виникнення різноманітних матеріально-технічних проблем, зокрема при будівництві під'їзних шляхів та фундаменту. З крутизною схилів корелюється виникнення зсувів – на схилах крутизною 15-20° зареєстровано їх найбільшу кількість [127]. В межах Карпатської складчастої системи зареєстровано 5634 зсувів, 252 з яких активні [128]. В табл. 4.1. наведено кількісні дані поширення зсувів в областях, які входять до Карпатського регіону України.

Таблиця 4.1

Характеристика поширення зсувів у Карпатському регіоні України
(за даними [128])

Назва області	Кількість зсувів		Площа зсувів, км ²	
	загальна	активних	загальна	активних
Закарпатська	3278	14	385	0,24
Івано-Франківська	805	95	301	10,80
Львівська	1347	19	292	0,42
Чернівецька	1468	154	760	49,80

Іншим параметром, який відображає складність розташування ВЕС на крутих схилах, є нахил вітрового потоку або кут нахилу вітрового потоку. Коли вітрові турбіни розміщуються на крутих схилах, вітер може діяти на ротор не перпендикулярно, а під кутом, що може не тільки зменшити виробництво енергії, але й призвести до підвищення зносу деяких складових [129].

Аналіз літератури не показав чітких норм щодо виключень територій на основі ухилу. В «Програмі фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF). Стратегічний екологічний аналіз» [40] як технічні виключення враховуються території з ухилом вище 20% (11°). В закордонних публікаціях граничний ухил території, що обмежує розташування ВЕС коливається в широких межах від 10% (6° -7°) [107,110] до 25-30 ° [108,109].

Зважаючи на необхідність встановлення обмежень для конкретної території – Карпатського регіону, запропоновано при виборі перспективних майданчиків для розташування ВЕУ виключати території, для яких значення ухилу вище 25%, тобто схили з крутизною більше 14°.

Рельєф Івано-Франківської області поділений на низку геоморфологічних областей і районів через генетичну та історичну різноманітність [130]. Тому, проведено оцінку рельєфу шляхом визначення абсолютних висот (максимальної, мінімальної, середньої), глибини (вертикального) розчленування, куту нахилу та ухилу для кожного геоморфологічного району Івано-Франківської області (табл.4.2). Як обмеження для ВЕС приймався ухил більше 25%.

Таблиця 4.2

Показники рельєфу Івано-Франківської області в межах геоморфологічних областей і районів

№ з/п	Назва геоморфологічної області, району	Абсолютна висота, м			Глибина розчленування, м/км ²	Кут, °	Ухил, %
		макс	мін	сер			
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Придністровське Поділля						
1	Прилипенський (Рогатинський) горбогірний	427	260	344	8	6	11
2	Бурштинський давньотерасовий	359	240	300	4,7	4,5	8
3	Галицький терасований акумулятивний	280	220	250	2,4	2	4
II	Придністровське Покуття						
4	Дністровський з каніоноподібними формами	363	180	272	8,1	10	18
5	Тлумач-Городенківський	380	220	300	3,8	4,5	8
6	Отиня-Коршівський акумулятивний	367	260	314	1,6	2	4
7	Прутський (Коломийсько-Снятинський)	385	300	343	1,1	1	2
III	Передкарпатська область						
8	Томашівська (Сивко-Болехівська) улоговина	367	270	319	1,8	2,5	4
9	Войнилівська терасова височина	361	260	311	4,8	4,5	8
10	Боднарівська терасова височина	363	240	302	3,9	3,5	6
11	Бистрицька акумулятивна улоговина	300	230	265	0,7	1	2

1	2	3	4	5	6	7	8
12	Печеніжин-Рожнівський	460	240	350	2,3	4,5	8
13	Свіцько-Чечвинська терасова височина	484	340	412	3,8	5	9
14	Калуська акумулятивна улоговина	340	260	300	1,4	1	2
15	Рожнятівська (Чечво-Лімницька) терасова улоговина	460	400	430	2,5	2	4
16	Прилуковинська терасова височина	589	300	445	5,7	3	5
17	Міжбистрицька терасова височина	380	320	350	1,5	1,5	3
18	Бистрицько-Прутська терасова височина	508	300	404	1,7	1	2
IV	Підгірська						
19	Майданське структурно-ерозійне низькогір'я	869	540	705	17,8	14	25
20	Гвіздське структурно-ерозійне горбогір'я	575	380	478	9,2	4,5	8
21	Слободо-Рунгурське структурно-ерозійне низькогір'я	709	360	535	16,1	14,2	25
V	Горганських складчасто-покровних гір у Скибовій зоні						
22	Берегові низькогірні Горгани	1200	360	780	26,2	17,2	31
23	Зовнішні середньогірні Горгани	1804	560	1182	39,3	23,2	43
24	Внутрішні, привододільні Горгани	1640	840	1240	32,1	16,1	29
25	Верховинської міжгірської (Ясіня-Черемоської) древньої долини	1370	720	1045	19,8	18,3	33
VI	Полонинського середньогір'я						
26	Чорногори	2061	900	1481	41,1	24,5	46
27	Гринявських гір	1579	720	1150	32,3	23,4	43
VII	Мармароського середньогір'я						
28	Чивчини	1766	10	1383	32,8	22,6	42
VIII	Покутських Карпат	1000	480	740	21,5	17,2	31

Ухилом понад 25% характеризуються гірські території, максимальні значення притаманні для середньогір'їв (Зовнішні Горгани, Чорногора, Гринявські гори, Чивчини). Тому, всупереч високим вітроенергетичним ресурсам рекомендовано виключати дані території з перспективних для розміщення ВЕУ. Ці обмеження не поширюватимуться на ті території, для яких характерні менші ухили (широкі річкові долини, гірські полонини тощо), якщо вони не підпадатимуть під інші описані нижче виключення. Сприятливими орографічними умовами характеризуються Придністровське Поділля, Придністровське Покуття, Передкарпатська та Підгірська області.

4.2.2 Технічні обмеження

Технічні обмеження – доступність майданчика та придатність для будівництва та експлуатації. На майданчиках ВЕС, як правило, планується будівництво технологічних проїздів та під'їзних доріг. Проте ділянки, для яких передбачається розчищення великих площ території для будівництва доріг, можуть виявитися нерентабельними [40]. Це теж стосується об'єктів ОЕС, зокрема ЛЕП, майданчики розташовані на значній відстані від них потребуватимуть більших витрат. Закордонні науковці пропонують вибирати території, де доступ до дорожньої мережі складає не більше 2,5-5 км, до електромережі 5-10 км [107,108,110].

Території областей Карпатського регіону розташовані в межах регіональних енергосистем «Західна» (Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська) та «Південно-Західна» (Чернівецька). Транспортування великих обсягів електроенергії в електромережі України здійснюється лініями з напругою від 750 кВ до 220 кВ (постачальні мережі) та 110 кВ (розподільчі мережі високої напруги). До даних мереж підключена більшість ТЕС та АЕС (дод.3.1, 3.2) [131]. Розподільчі мережі нижчої напруги до 35 кВт використовують зазвичай для подачі електроенергії місцевим споживачам, однак віддалені або невеликі об'єкти ВДЕ можуть потребувати підключення до місцевих розподільчих мереж. Необхідно враховувати, що при підключенні до місцевих мереж об'єкти не повинні мати потужність, що перевищує рівень максимального навантаження. Також з метою забезпечення стабільної роботи енергосистеми кращим є підключення до розподільчих підстанцій, а ніж створювати відгалуження від ЛЕП. Об'єкти, що підключаються до розподільчих мереж високої напруги 110 кВ можуть мати більшу потужність, не має вимоги й щодо обов'язкового підключення до ПС [40].

Тому, зважаючи на місцеві орографічні особливості Карпатського регіону, було запропоновано, щоб гранична віддаленість майданчика від дорожньої мережі складала 3 км, від енергомережі – 5 км.

Енергомережа Івано-Франківської області складається з ЛЕП та ПС максимальною напругою 750, 400, 330 та 220 кВ, які входять до Укренерго та 110 кВ і 35 кВ Прикарпаттяобленерго (рис.4.2,4.3, дод.3.1- 3.3) [132].

Низьке охоплення розподільчими мережами високої та середньої напруги віддалених гірських територій, зокрема Верховинського, частини Надвірнянського та Рожнятівського адміністративних районів, зменшує їх перспективність для впровадження вітроенергетичних проєктів через необхідність будівництва доріг і ЛЕП значної протяжності, що веде за собою зростання витрат на підключення до енергомережі та потенційні екологічні впливи.

4.2.3 Екологічні обмеження

Врахування екологічних обмежень при виборі майданчика розташування ВЕС дає змогу мінімізації можливих негативних впливів та налагодженню позитивних стосунків з місцевою громадою. На сьогодні українським законодавством не визначено СЗЗ ВЕС чи безпечні відстані від них. Аналіз українського та міжнародного природоохоронного законодавства і закордонних наукових публікацій дав змогу запропонувати екологічні обмеження шляхом встановлення виключень та екологічно безпечних відстаней від ВЕС залежно від територій та об'єктів природного та соціально-економічного середовища.

4.2.3.1 Природні екологічні обмеження. Орнітофауна є компонентом природного середовища, який зазнає негативного впливу від ВЕС. Будівництво та експлуатація ВЕС може призводити до загибелі птахів та кажанів через зіткнення з ВЕУ, витіснення з їх ареалів та вплив на міграцію[41, 44, 54, 55]. Спорудження ВЕС також негативно впливає на якість та естетичний вигляд ландшафтів та може призвести до зниження рекреаційної цінності території. Закордонні джерела [41, 56] вказують на значний візуальний вплив від ВЕУ на відстані до 15 км.

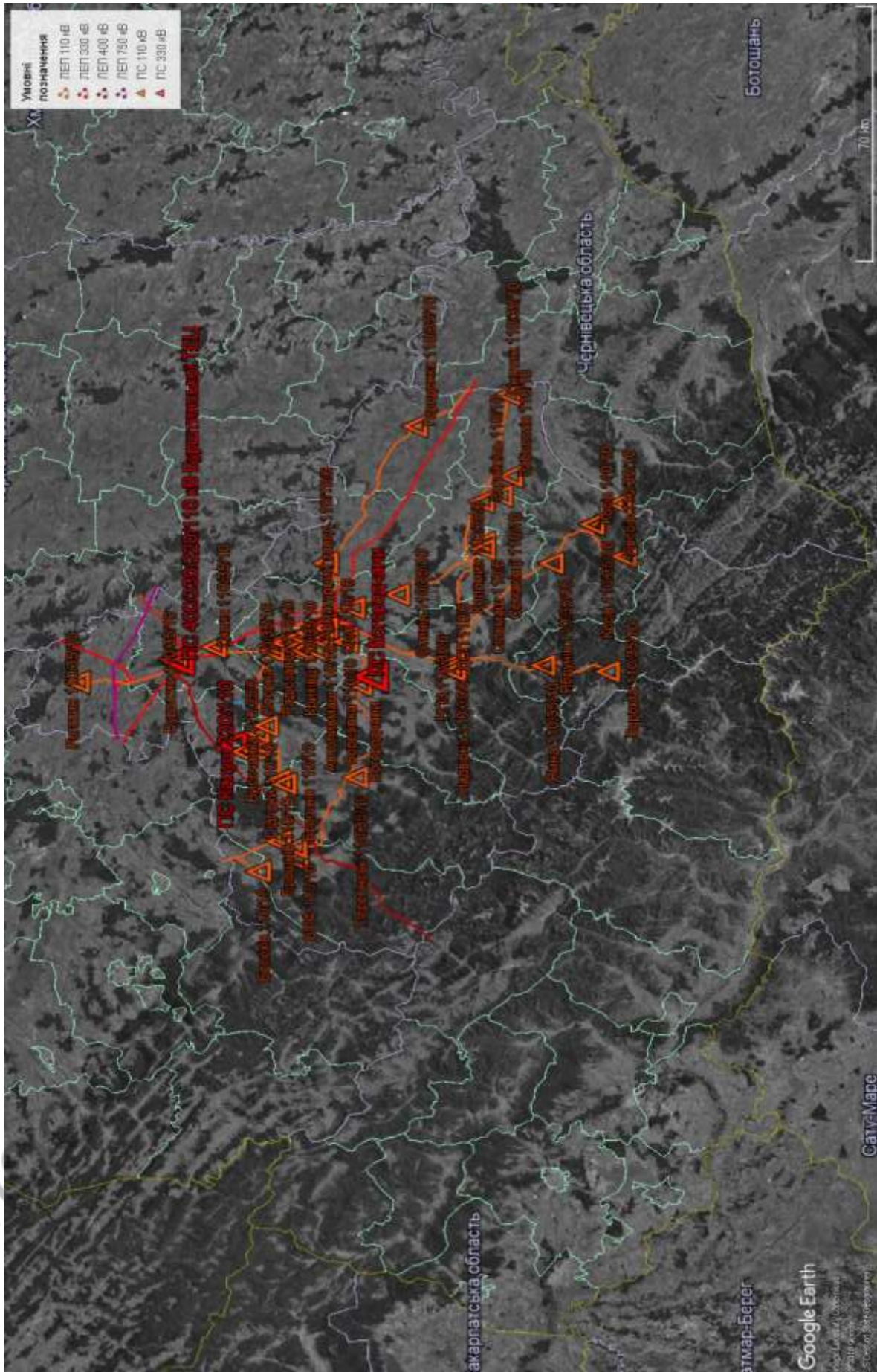


Рис. 4.2. Карта постачальних мереж та розподільчих мереж високої напруги в межах Івано-Франківської області

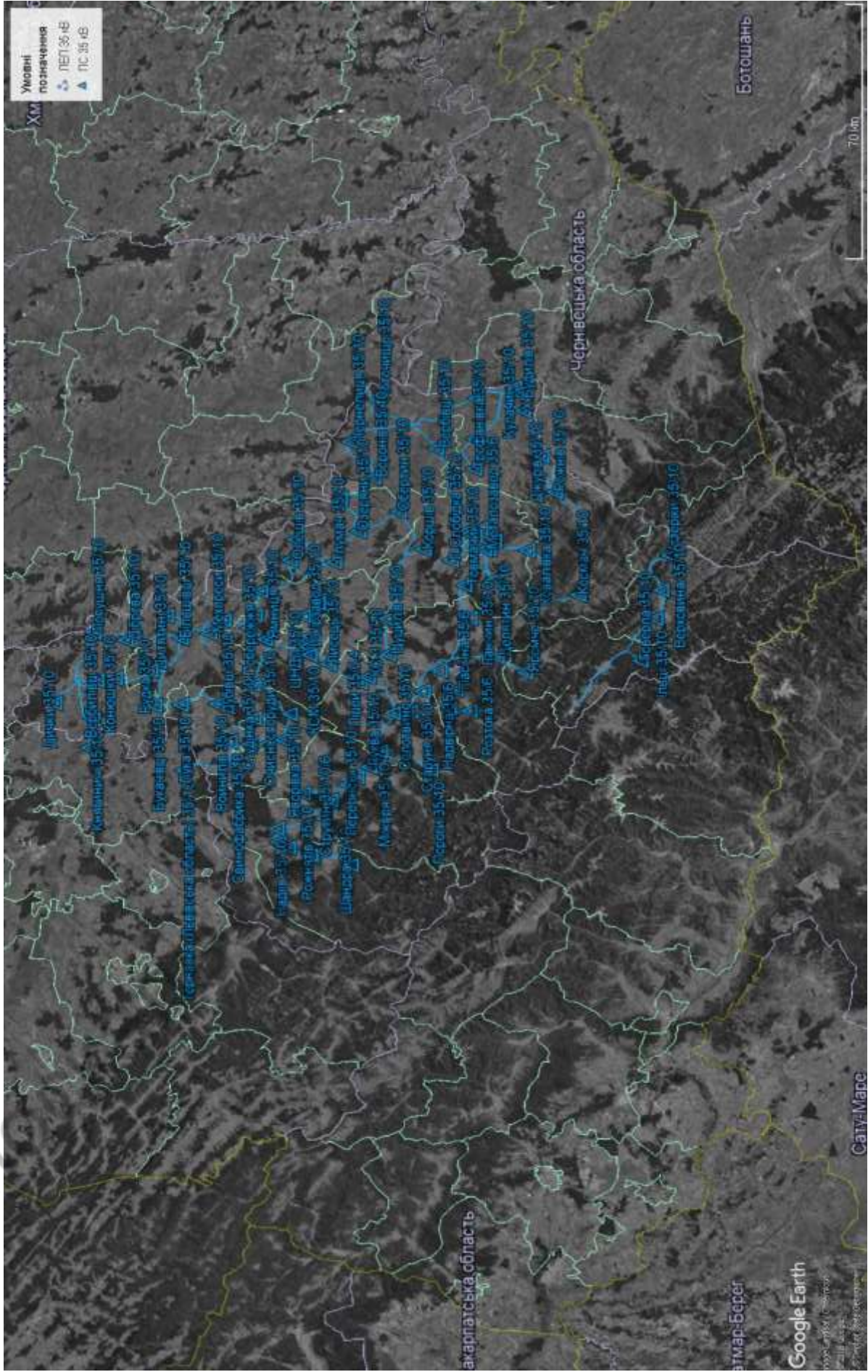


Рис. 4.3. Карта розподільчих підстанцій максимальною напругою 35 кВ в межах Івано-Франківської області

Території та об'єкти ПЗФ. При виборі майданчика розташування ВЕС повинні виключатись землі ПЗФ, оскільки на них законодавством України забороняється будь-яка діяльність, яка негативно впливає або може негативно впливати на стан природних та історико-культурних комплексів та об'єктів чи перешкоджає їх використанню за цільовим призначенням [24]. Згідно ст.44 Земельного кодексу України [20] до земель ПЗФ включаються природні території та об'єкти (природні заповідники, національні природні парки, біосферні заповідники, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища), а також штучно створені об'єкти (ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва).

Для багатьох об'єктів та територій ПЗФ установлюється диференційований режим охорони залежно від функціонального зонування, а господарська діяльність, що не суперечить цільовому призначенню, не погіршує стан навколишнього середовища та не веде до зміни чи деградації об'єкта ПЗФ, дозволяється в окремих зонах. Це, зокрема зона антропогенних ландшафтів – для біосферних заповідників, господарська зона – для національних природних парків (табл.4.3). Однак можливість розташування в цих зонах ВЕС вимагає додаткової оцінки, як, наприклад, на предмет візуального впливу та зниження рекреаційної цінності національних природних парків.

В Івано-Франківській області є 517 територій та об'єктів ПЗФ загальною площею 221611,5 га (16% території області), з них 33 площею 131696,1 га – загальнодержавного значення. На основі даних державного кадастру територій та об'єктів ПЗФ України [133] побудовано карти ПЗФ державного та місцевого значення Івано-Франківської області (рис.4.4,4.5, дод. І). Найвищим відсотком заповідності характеризуються перспективні за показниками вітрових характеристик території Яремчанської міської ради, Косівського та Верховинського районів, тому з метою уникнення впливів на території та види, що охороняються, рекомендуємо обмежити впровадження проєктів з використанням енергії вітру на них.

Вимоги охорони в межах ПЗФ, які можуть впливати на встановлення ВЕС

(на основі [20])

Територія/об'єкт ПЗФ	Вимоги охорони
Природні заповідники	Забороняється будь-яка господарська та інша діяльність, що суперечить цільовому призначенню заповідника, порушує природний розвиток процесів та явищ або створює загрозу шкідливого впливу на його природні комплекси та об'єкти
Біосферні заповідники Заповідна зона Буферна зона	Як для природних заповідників Не допускається будівництво промислових та інших об'єктів, мисливство, розвиток господарської діяльності, яка може призвести до негативного впливу на території та об'єкти природно-заповідного фонду
Зона антропогенних ландшафтів	Забороняється мисливство
Національні природні парки/регіональні ландшафтні парки	На території зони регульованої рекреації, стаціонарної рекреації та господарської зони забороняється будь-яка діяльність, яка призводить або може призвести до погіршення стану навколишнього природного середовища та зниження рекреаційної цінності території національного природного парку
Заповідна зона	Як для природних заповідників
Зона регульованої рекреації	Забороняється діяльність, яка може негативно вплинути на стан природних комплексів та об'єктів заповідної зони
Зона стаціонарної рекреації	Забороняється будь-яка господарська діяльність, що не пов'язана з цільовим призначенням цієї функціональної зони або може шкідливо вплинути на стан природних комплексів та об'єктів заповідної зони і зони регульованої рекреації.
Господарська зона	Як для зон антропогенних ландшафтів біосферних заповідників
Заказники	Заборонена діяльність, що суперечить цілям і завданням, передбаченим положенням про заказник
Пам'ятки природи	Забороняється будь-яка діяльність, що загрожує збереженню або призводить до деградації чи зміни первісного стану пам'ятки природи
Заповідні урочища	Як для заповідників
Ботанічні сади	Забороняється будь-яка діяльність, що не пов'язана з виконанням покладених на них завдань і загрожує збереженню колекцій флори
Дендрологічні парки	Забороняється діяльність, що не пов'язана з виконанням покладених на них завдань і загрожує збереженню дендрологічних колекцій
Зоологічні парки	Забороняється діяльність, що не пов'язана з виконанням покладених на них завдань і загрожує збереженню сприятливих умов для життя тварин цих парків
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва	Забороняється діяльність, що не пов'язана з виконанням покладених на них завдань і загрожує їх збереженню

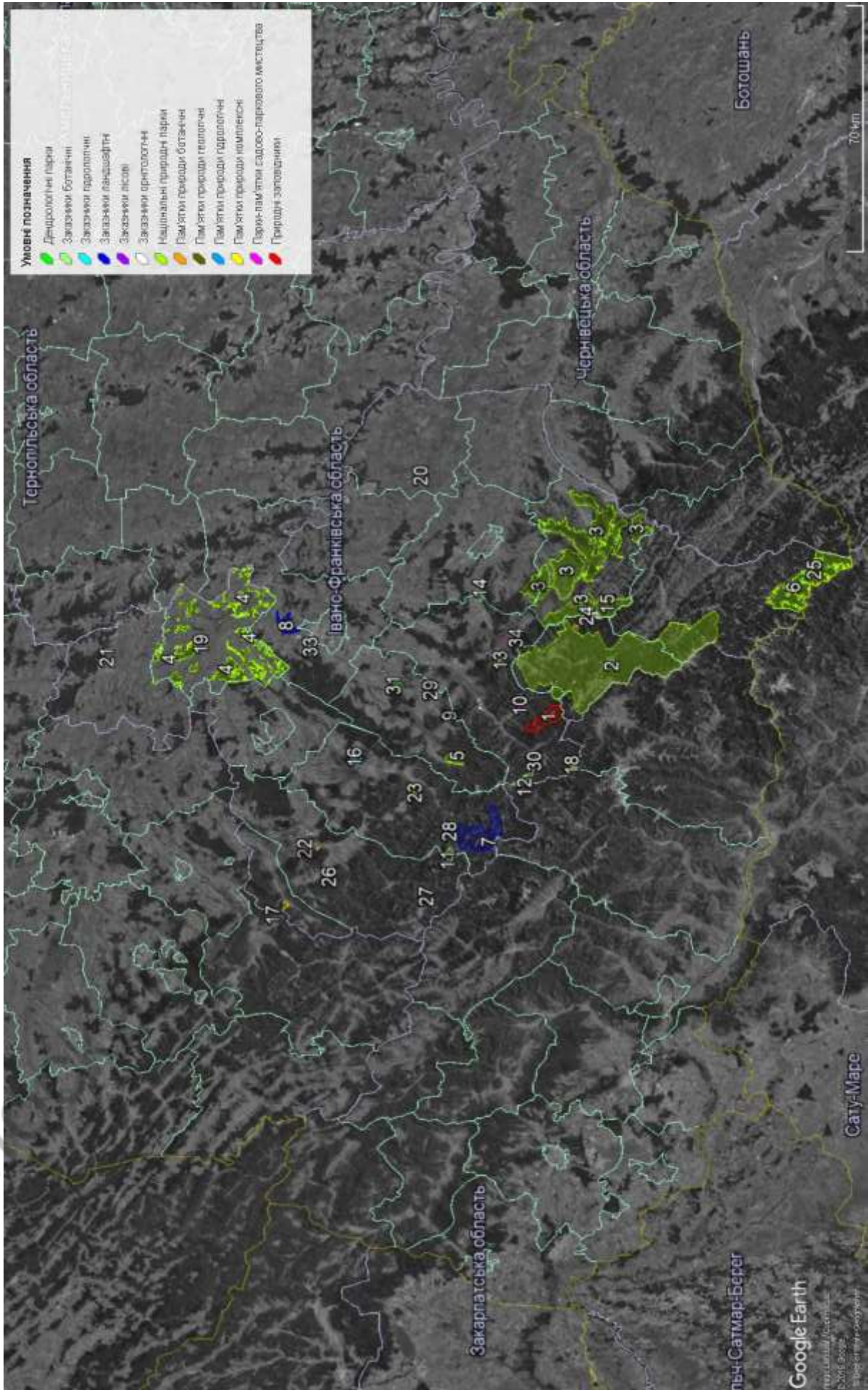


Рис. 4.4. Карта природно-заповідного фонду загальнодержавного значення Івано-Франківської області

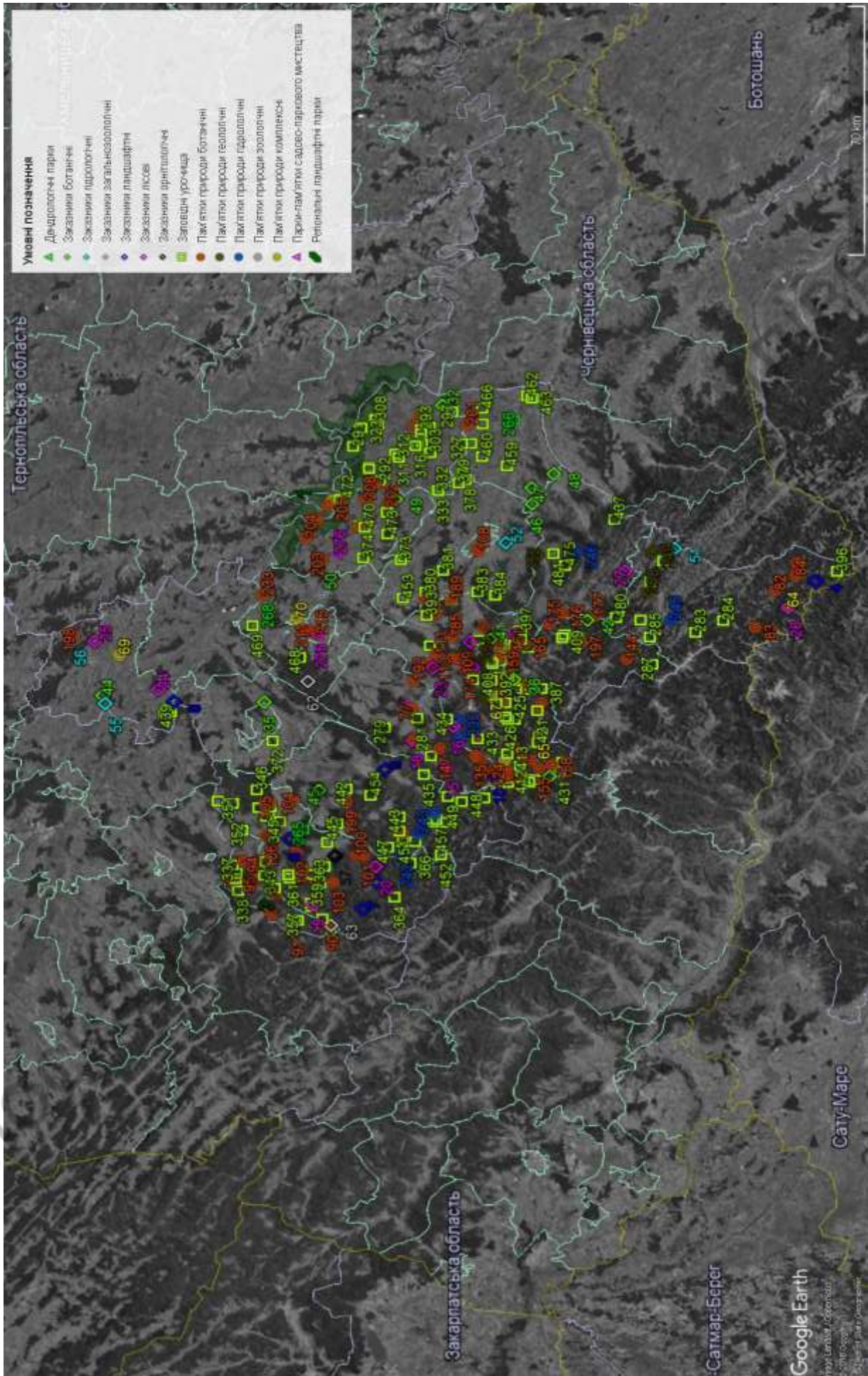


Рис. 4.5. Карта природно-заповідного фонду місцевого значення Івано-Франківської області

Водні об'єкти. Поряд з землями ПЗФ запропоновано виключати водно-болотні угіддя державного та міжнародного значення, які охороняються Рамсарською конвенцією та перспективні угіддя, які погоджені розпорядженнями Кабміну України і подані на розгляд, бо вони можуть бути місцями регулярного перебування водоплавних птахів [134] та інші великі водні об'єкти (великі річки та їх притоки I порядку, середні річки, водосховища, озера).

Водно-болотні угіддя міжнародного значення Івано-Франківської області представлено в табл.4.4.

Таблиця 4. 4

Водно-болотні угіддя Іван-Франківської-області

(за даними [134])

Назва	Площа, га	Місце розташування
Бурштинське водосховище	1260	Галицький район Галицький НПП
р. Дністер	820	Галицький НПП, між сс.Старий Мартинів і Маріямпіль
витоки р. Погорілець	1625	Верховинський район Карпатський НПП
витоки р. Прут	4935	Надвірнянський район Карпатський НПП

Зважаючи на вплив ВЕС, потенційно чутливою територією є Бурштинське водосховище, у зв'язку з найвищою концентрацією птахів на одиницю водної поверхні в регіоні. Бурштинське водосховище разом з р. Дністер в межах Галицького НПП є місцями регулярного перебування понад 20 тис особин водоплавних птахів, місцями регулярного перебування понад 1% гоголя та до 25 % української зимової популяції креха малого [135,136]. Дані критерії, забезпечили включення цих територій також до міжнародної бази даних ІВА-територій (Important Bird Area – територія, що має важливе значення для птахів) BirdLife International (дод. І) [137].

Водно-болотні угіддя Івано-Франківської області розташовані в межах територій ПЗФ, на яких заборонена або обмежена господарська діяльність. Щодо

інших водних об'єктів, які вимагають уникнення, то на території області до великих річок належить р. Дністер з притоками в межах області – Свіча, Лімниця, Луква, Бистриця, Тлумач (праві), Гнила Липа (ліва); до середніх – р. Бистриця з притоками Бистрецею Надвірнянською та Бистрицею Солотвинською, р. Прут з притокою Черемош з притоками Чорний Черемош і Білий Черемош.

Ліси. Залісені території – ще один природний екологічний компонент, який запропоновано виключати при виборі майданчика, оскільки ці екосистеми характеризуються високим біорізноманіттям і є ареалами для птахів та кажанів. Через те, що близькість деревних насаджень створюватиме природні перешкоди вітру, розташування ВЕС на лісистій території вимагатиме вирубки, що призведе до значних впливів на довкілля. Також показники зіткнення кажанів з ВЕУ, які розташовані поблизу лісів у рази вищі [57].

За Лісовим кодексом України [22] особливостей охорони та збереження вимагають ліси, розташовані на землях ПЗФ, порядок охорони, захисту, використання та відтворення яких визначається відповідно до Закону України «Про ПЗФ» [24]. Ст. 39¹ Лісового кодексу окремо прописує охорону та збереження пралісів, квазіпралісів та природних лісів. У них заборонено всі види рубок, у тому числі санітарні, рубки формування і оздоровлення лісів (крім догляду за лінійними об'єктами та вирубування окремих дерев під час гасіння пожежі), будівництво споруд, прокладання шляхів, лінійних та інших об'єктів транспорту і зв'язку, випасання худоби, промислова заготівля недеревинних лісових продуктів, проїзд транспортних засобів (крім доріг загального користування та служби лісової охорони). Їх зараховують до категорії лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, а також виділяються в особливі охоронні лісові ділянки, а їх наявність є підставою для оголошення відповідних територій і об'єктів ПЗФ України пралісовими пам'ятками природи [22].

В Івано-Франківській області лісовою рослинністю вкрито 41% території, однак ліси розміщені не рівномірно та знаходяться в основному в гірських

умовах (73%-гірські ліси) [138]. На території області є найбільш цінні ліси України – букові праліси Карпат, які внесені до переліку об’єктів Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО (дод.Й) [139].

Безпечні відстані. Разом з виключенням, важливим є дотримання безпечної відстані від ВЕС до територій та об’єктів ПЗФ, водно-болотних угідь, лісів, оскільки природні території та види, що їх населяють, характеризуються високою чутливістю, а ліси окрім того можуть створювати перешкоди вітру. Закордонними авторами, опираючись на законодавство відповідних країн та власні дослідження, пропонується дотримання різних відстаней від вище описаних об’єктів (табл.4.5).

Таблиця 4.5

Допустимі відстані від ВЕС до природних об’єктів

Об’єкт	Відстань, м			
	Sliz-Szkliniarz, B. (Польща) [111]	Baban Parry (Велико-британія) [108]	SMJ, T. N.Y. Aydin et al. (Туреччина) [107]	Hansen HS (Данія) [139]
Природоохоронні об’єкти	200-1000	1000		
Території спеціальної охорони птахів /Місця годівлі і відпочинку мігруючих птахів	1000/5000		2500/2500	
Водні об’єкти	200-250	400	2500 від водно-болотних угідь	150-650
Ліси	200-500	500		300-800

Щодо чинного законодавства України, то Земельним кодексом прописується створення охоронних зон навколо особливо цінних природних об’єктів, з метою охорони і захисту їх від несприятливих антропогенних впливів [20]. Господарська діяльність у них здійснюється з урахуванням

правового режиму таких зон, що встановлюється законом [141]. Узагальнення обмежень наведено в табл.4.6.

Таблиця 4.6

Охоронні зони природних територій та об'єктів, в яких заборонено чи обмежено спорудження ВЕС (на основі [20,24])

Об'єкт	Тип	Відстань, м	Обмеження господарської діяльності, пов'язанні з ВЕС
ПЗФ Заповідники (обов'язково) Інші (у разі необхідності)	Охоронна зона	Розміри охоронних зон визначаються відповідно до їх цільового призначення на основі спеціальних обстежень ландшафтів та господарської діяльності на прилеглих територіях	Не допускається будівництво промислових та інших об'єктів, мисливство, розвиток господарської діяльності, яка може призвести до негативного впливу на території та об'єкти природно-заповідного фонду
Водні об'єкти	Прибережні захисні смуги	Для малих річок, струмків і потічків, а також ставків площею менше 3 гектарів - 25 метрів; для середніх річок, водосховищ на них та ставків площею більше 3 гектарів - 50 метрів; для великих річок, водосховищ на них та озер - 100 метрів. Якщо крутизна схилів перевищує три градуси, мінімальна ширина прибережної захисної смуги подвоюється.	Забороняється будівництво будь-яких споруд (крім гідротехнічних, навігаційного призначення, гідрометричних та лінійних)
Ліси Праліси, квасіпраліси, природні ліси	Охоронна зона	Охоронні зони навколо завширшки не менше подвійної висоти деревостану пралісу	Забороняються суцільні та поступові рубки

Законодавством, а саме ст. 39-40 Закону України «Про ПЗФ» передбачено обов'язкове встановлення охоронних зон для заповідників на прилеглих до них територіях. Так, для природного заповідника «Горгани» загальною площею 5344,2 га розпорядженням Івано-Франківської ОДА від 03.02.1997 р. виділено охоронну зону площею 3852,8 га та шириною 750-1100 м по периметру із п'яти лісництв, що межують із заповідником, надалі охоронна зона двічі зменшувалась і на сьогодні складає 3713,6 га [142]. В охоронних зонах не допускається будівництво промислових та інших об'єктів [24]. Для водно-болотних угідь Івано-Франківської області прибережна захисна смуга р. Дністер складає 100 м по обидва береги, для Бурштинського водосховища – 100 м.

Враховуючи чутливість та рекреаційну цінність, а також потенційні впливи ВЕС на природне середовище та людей, які можуть перебувати на території природних об'єктів, зокрема вплив на орнітофауну, шум, візуальний вплив, розкидання льоду та рекомендовані розміри СЗЗ для ВЕС (детальніше в п.п. 4.4.2.1), при виборі майданчика розташування було запропоновано дотримуватись таких відстаней від природних об'єктів:

- 1000 м від заповідників та водно-болотних угідь (враховуючи перспективні);
- 400 м інших територій та об'єктів ПЗФ, лісів та великих водних об'єктів (великі та середні річки та їх притоки I порядку, озера, водосховища).

4.2.3.2 Соціально-економічні екологічні обмеження

Населені пункти. Основні гігієнічні вимоги до планування і забудови поселень в Україні, їх санітарного упорядкування та оздоровлення встановлюються ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» [143]. Промислові, сільськогосподарські та інші джерелами забруднення довкілля хімічними, фізичними та біологічними факторами, при неможливості створення безвідходних технологій повинні відокремлюватись від житлової забудови шляхом створення СЗЗ. Головними факторами впливу, які вимагають заборони розташування ВЕС на сельбищній і ландшафтно-рекреаційних територіях та дотримання безпечних відстаней від них

є візуальний вплив, шум, ефект тіні мерехтіння та розкидання льоду [41, 44, 54, 55].

Щодо розмірів СЗЗ, то пункт 5.5 ДСП 173-96 [143] прописує, що «Розміри санітарно-захисних зон для промислових підприємств та інших об'єктів, що є джерелами виробничих шкідливостей, слід встановлювати відповідно до чинних санітарних норм їх розміщення при підтвердженні достатності розмірів цих зон за "Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий" ОНД-86, розрахунками рівнів шуму та електромагнітних випромінювань з урахуванням реальної санітарної ситуації (фонового забруднення, особливостей рельєфу, метеоумов, рози вітрів та ін.), а також даних лабораторних досліджень щодо аналогічних діючих підприємств та об'єктів». Встановлення розміру СЗЗ базується на санітарній класифікації підприємств, виробництв та споруд згідно з додатком 4 даних правил. Однак, ВЕС не віднесено до жодного з класів і не визначено розміри СЗЗ для них.

На даний час при розробці проєктної документації користуються розміром СЗЗ у 400 м, яка була рекомендована Інститутом громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України разом з НДІ проєктування міст «Діпромисто» та погоджена висновком санепідекспертизи для ВЕС загальною потужністю 20 МВт з ВЕУ потужністю 100 кВт.

Нижче наведено аналіз впливів від ВЕС, які вимагають дотримання певних відстаней від населених пунктів.

Візуальний вплив. Реципієнтами візуального впливу є місцеве населення, працівники, туристи, та ті, що подорожують автошляхами. В Україні немає чинних норм щодо даного впливу від ВЕС, при розрахунку СЗЗ, його не враховують. Закордонними дослідження твердять, що на невеликій відстані (до 1000 м) ВЕУ перевищують зріст людини і можуть негативно впливати та бути небажаними для спостерігачів, на відстані до 5 км можуть мати вплив на ландшафт (рис. 4.6) [41].

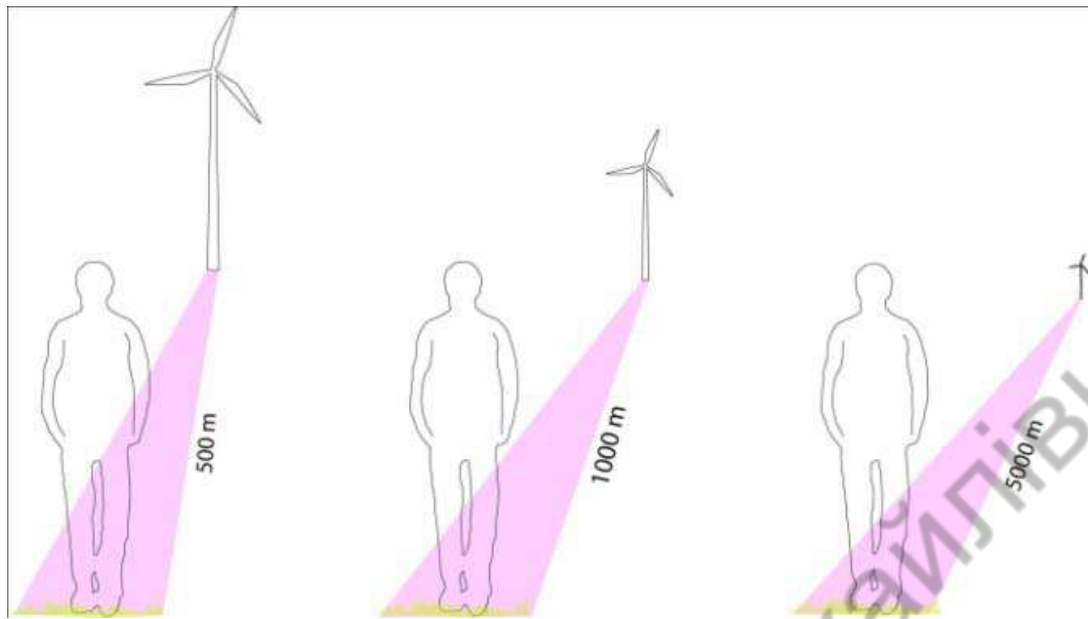


Рис. 4.6. Візуальний вплив ВЕУ на спостерігача [41].

Шум. Основні вимоги рівня шуму в межах населених пунктів встановлено у ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» [144] (табл.4.7).

Таблиця 4.7

Допустимі рівні шуму [144]

Призначення приміщення або територій	Час доби	Рівень звуку еквівалентний, дБА	Рівень звуку максимальний, дБА
Житлові приміщення квартир	денний	40	55
	нічний	30	45
Території, які безпосередньо прилягають до будинків лікарень і санаторіїв	денний	45	60
	нічний	35	50
Території, які безпосередньо прилягають до житлових приміщень	денний	55	70
	нічний	45	60

За даними досліджень рівня шуму Інституту громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України для ВЕС з ВЕУ одиничною потужністю 2-3 МВт пропонується СЗЗ у розмірі 700 м [145]. На межі такої СЗЗ еквівалентні рівні шуму відповідатимуть не тільки нормативним рівням нічного часу для

території житлової забудови (45 дБА), які забезпечуються вже на відстані 400 м, а й нормам для територій прилеглих до санаторіїв і лікарень (35 дБА).

Мерехтіння тіні. В Україні дія ефекту мерехтіння тіні не нормується. Закордонні рекомендації з планування ВЕС [146] керуються такими положеннями:

- нормування тривалості дії ефекту (30 годин на рік або 30 хвилин на день – Великобританія, Німеччина, Бельгія; 10 годин на рік – Данія, Нідерланди);
- дотримання достатньої відстані (500 м – Австралія, 500-1000 м – Данія, більше 10 діаметрів ротора – Великобританія);
- пом'якшувальних заходів, зокрема вимкнення турбін у певний час (Великобританія, Німеччина), насадження дерев на території між ВЕУ та будівлями (США).

Розкидання льоду, відбувається за від'ємних температур, кілька днів на рік. Встановлення заборони на діяльність та перебування людей в радіусі 200 м від ВЕУ можна використовувати для запобігання травматизму [61].

Підсумовуючи, законодавчо встановленні територіальні обмеження розташування ВЕС відносно населених пунктів у різних країнах можна представити у табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Допустимі відстані від ВЕС до населених пунктів (за даними [142, 147])

Країна	Допустима відстань від населених пунктів
Північна Ірландія	10 діаметрів ротора, але не менше 500 м
Шотландія	2 км
Гамбург (Німеччина)	300 м – від поодиноких будівель 500 м – від житлової забудови
Данія	4 висоти ВЕУ
Онтаріо (Канада)	550 м – від житлової забудови, виробничих приміщень та рекреаційних зон
Україна	На межі житлової забудови рівні шуму та ЕМВ не повинні перевищувати нормативи: L_A еквівалентне 45 дБА, L_A максимальне 60 дБА , ГДР 1 кВ/м

Враховуючи вищенаведене для зменшення впливу на населення, зокрема візуального та мерехтіння тіні запропоновано при виборі майданчиків для встановлення ВЕС дотримуватись СЗЗ 1000 м від житлової забудови, громадських об'єктів, ландшафтних та рекреаційних територій загального користування.

Щільність населення Івано-Франківської області складає 99 осіб на км², що є вище ніж середній показник по Україні, у розподілі населення за типом поселень переважає сільська місцевість (56%). Низька щільність населення у Верховинському (24 ос/км²), Яремчанській міській раді (35 ос/км²) Рогатинському (49 ос/км²), Долинському (55 ос/км²), Рожнятівському (56 ос/км²) районах зумовлена також природними умови (рельєф, ліси) на даних територіях [148].

Аеродроми. В Україні немає чітких норм щодо віддаленості ВЕС від аеропортів, зважаючи на можливий вплив на цивільну та військову авіацію. «Повітряний кодекс України» [149] визначає, що будівлі і природні об'єкти, розташовані на приаеродромній території, не повинні становити загрози для польотів повітряних суден. На приаеродромних територіях встановлюються спеціальні вимоги до розташування об'єктів, а їх висотне положення контролюється зважаючи на умови безпеки маневрування, зльоту та посадки відповідно до чинного законодавства. Для аеродромів класів А, Б, В, Г приаеродромна територія визначається колом з радіусом 50 км від контрольної точки аеродрому; класів Д, Е і некласифікованих - 25 км, вертодромів - 12 км, для злітно-посадкових майданчиків - 2,5 км. Погодження місця розташування та висоти об'єктів здійснює Державіаслужба України з урахуванням висновків експлуатанта аеродрому (вертодрому) та провайдера аеронавігаційного обслуговування [150].

З світового досвіду, зокрема в Канаді [62], дозволяється встановлення 1 ВЕУ на відстані не меншій 5 км від аеропортів; ВЕС, що складаються з 2-6 ВЕУ-10 км. У Великобританії керівний документ для цивільної авіації «Політика та керівництво щодо вітрових турбін»[151] вказує на можливий вплив від ВЕУ в межах 30 км від аеродромів з радіолокаційним обладнанням, безрадарних

аеродромів зі злітно-посадковими смугами (ЗПС) від 1100 м та більше – 17 км, менше 1100 м – 5 км.

Виходячи з цього було запропоновано дотримуватись відстані не менше 10 км від аеродромів.

В межах Івано-Франківської області діючими є два сертифіковані аеродроми – Івано-Франківськ та Коломия, які оснащені радіолокаційним обладнанням і відносяться до класу В (ЗПС-2500м). Працюють також аеродроми малої авіації Косів (ЗПС-1000 м) та Луквиця (ЗПС-400 м).

4.3 Критерії геопросторових обмежень

В результаті підсумовування інформації про компоненти довкілля, які можуть впливати чи зазнавати впливу від ВЕС (рельєф, дорожня мережа та енергомережа, ПЗФ, водно-болотні угіддя, водні об'єкти, ліси, населені пункти, аеропорти) встановлено критерії геопросторових обмежень (табл.4.9).

Таблиця 4.9

Критерії геопросторових обмежень

Критерій	Обмежуючий параметр	Значення
Рельєф	Ухил, %	< 25
Дорожня мережа	Відстань, м	< 3000
Електромережа	Відстань, м	< 5000
Території та об'єкти ПЗФ	Відстань, м	
Заповідники		> 1000
Інші		> 400
Водні об'єкти	Відстань, м	
Водно-болотні угіддя		> 1000
Великі та середні річки, озера, водосховища, ставки від 3 га		> 400
Ліси	Відстань, м	> 400
Сельбищні та рекреаційні території	Відстань, м	> 1000
Аеродром	Відстань, м	> 10000

4.4 Застосування алгоритму вибору майданчика розташування ВЕС на місцевому рівні

Для практичної реалізації алгоритму вибору майданчика розташування ВЕС на місцевому рівні досліджуваною територією вибрано північно-західну частину Івано-Франківської області: територію Болехівської міської ради, Долинського, більшої частини Рожнятівського та західної частини Калуського районів. Вибір пояснюється тим, що в межах Івано-Франківської області після Карпатських середньогірних районів, використання яких обмежується орографією, віддаленістю від мереж, високою концентрацією об'єктів ПЗФ та лісистістю, дана територія характеризується найсприятливішими вітрокліматичними умовами. Окрім того в Долинському районі в грудні 2017 р. введена в експлуатацію перша черга ВЕС Шевченкове-1, яка є першою ВЕС в Івано-Франківській області, а в Рожнятівському ТОВ «ВЕС Прикарпаття» планує будівництво ВЕС потужністю 25 МВт та 15 км ЛЕП 110 кВ [152]. Зважаючи на це, доцільним є встановлення відповідності вибраних майданчиків під дані ВЕС з перспективними на основі екологічно безпечного геопросторового планування.

Геопросторове планування здійснювалось із застосуванням картографічного підходу шляхом побудови покомпонентних карт по обмежуючих показниках (орографічні, технічні та екологічні), створенням комплексної карти геопросторових обмежень, виділенням безпечних перспективних майданчиків розташування ВЕС та подальшим їх накладанням на карти середньої швидкості вітру на певній висоті. Картографування територій виконувалось на основі узагальнених критеріїв геопросторових обмежень (див. табл. 4.9) з використанням програмних продуктів Surfer, MapInfo та даних ДЗЗ Google Earth.

Врахування технічних обмежень передбачало виділення перспективних зон на основі їх близькості до ПС та ЛЕП високої та середньої напруги (рис.4.7).

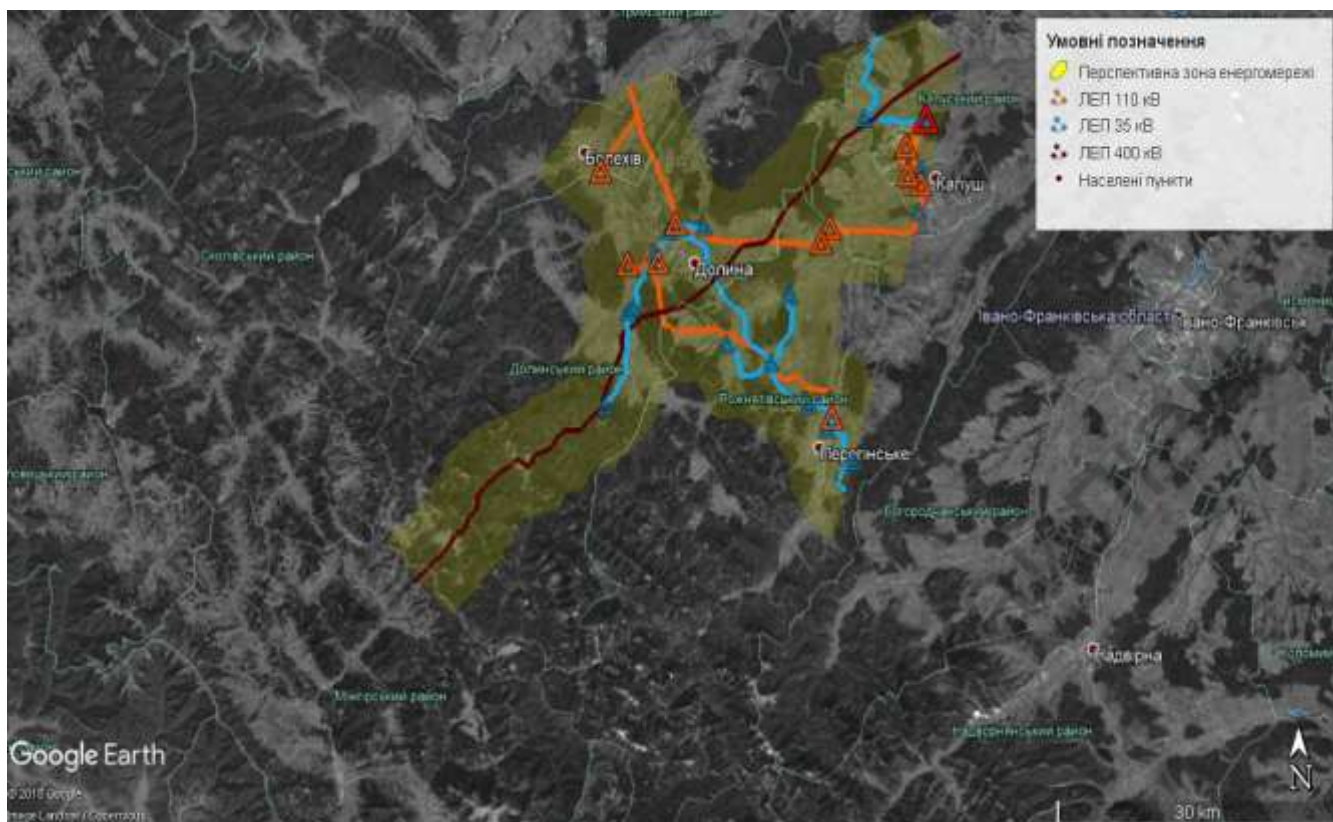


Рис. 4.7. Карта перспективних зон з огляду на підключення до енергомережі досліджуваної території

Через досліджувану територію від ПС «Бурштинська ТЕС» напругою 440/330/220 кВ з північно-східного в південно-західному напрямку проходить ЛЕП 400 кВ, яка сполучається з ПС «Мукачєво» 400 кВ, та ЛЕП 220 кВ до ПС «Калуш» 220кВ (див. рис. 4.1). ЛЕП 110 кВ йде зі сходу від м. Калуш (ПС «Височанка» 110/35/6, «Калуш» 110/35/6) через смт. Брошнів-Осаду (ПС «Брошнів» 110/10) до м. Долини (ПС «Долина» 110/35/6), а далі розгалужується на північний захід до м. Болехів (ПС «Болехів» 110/10) та на південь (ПС «БПФ» 110/10), південний-схід до смт. Перегінське (ПС «Перегінськ» 110/35/10). ЛЕП 35 кВ мають розгалуження від підстанцій відповідної напруги (див. рис.4.3, дод. 3).

Здебільшого енергомережі на даній території проходять паралельно автошляхів впритул чи на невеликій відстані від них. Так, ЛЕП 110 від м. Калуш до м. Болехів йде вздовж Н-10, ЛЕП 400 кВ від смт. Вигода на південний захід вздовж Р-21, інші – вздовж доріг місцевого значення.

Екологічні обмеження щодо розташування ВЕС було представлено у вигляді карт ПЗФ, лісів, водних об'єктів та населених пунктів. На відповідні карти нанесено межі об'єктів з врахуванням безпечних відстаней до них (рис. 4.8-4.11).

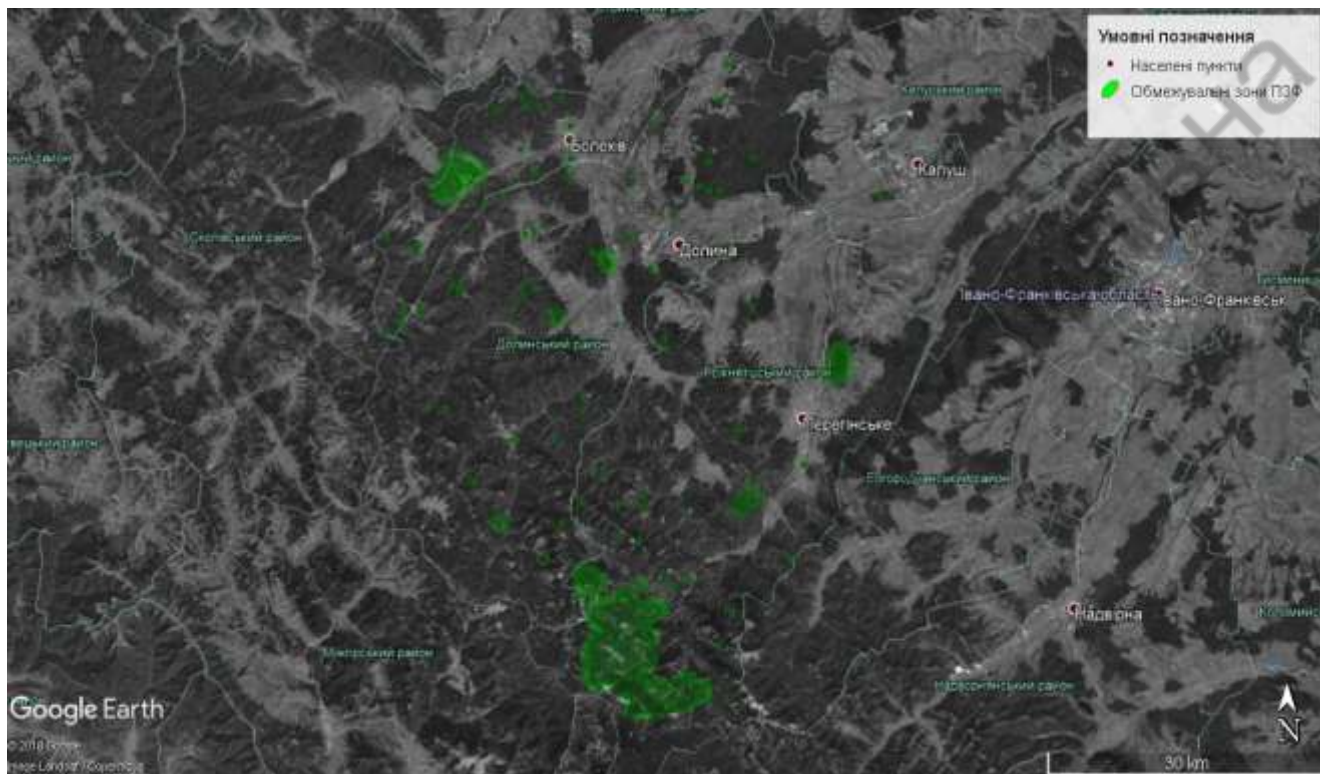


Рис. 4.8. Карта природних екологічних обмежень – ПЗФ досліджуваної території

На досліджуваній території розташовані 9 територій та об'єктів ПЗФ державного значення: ландшафтний заказник «Грофа», ботанічний заказник «Яйківський», гідрологічний заказник «Турова дача», комплексна пам'ятка природи «Скелі Довбуша», ботанічні пам'ятки природи «Урочище Осій», «Урочище Сокіл», гідрологічні пам'ятки природи «Болото Ширковець», «Болото Лисак», «Болото Мшана» (див. рис.4.4, 4.5, 4.8, дод. I).

Щодо водних об'єктів, то територією протікають р. Лімниця та р. Свіча, які є притоками I порядку р. Дністер. Окрім того дані водотоки охороняються на місцевому рівні, оскільки є ландшафтними заказниками місцевого значення «Ріка Свіча з притокою Мізункою» та «Ріка Лімниця з водоохоронною смугою вздовж берегів 100 м» (див. рис.4.5, 4.9, дод. I).

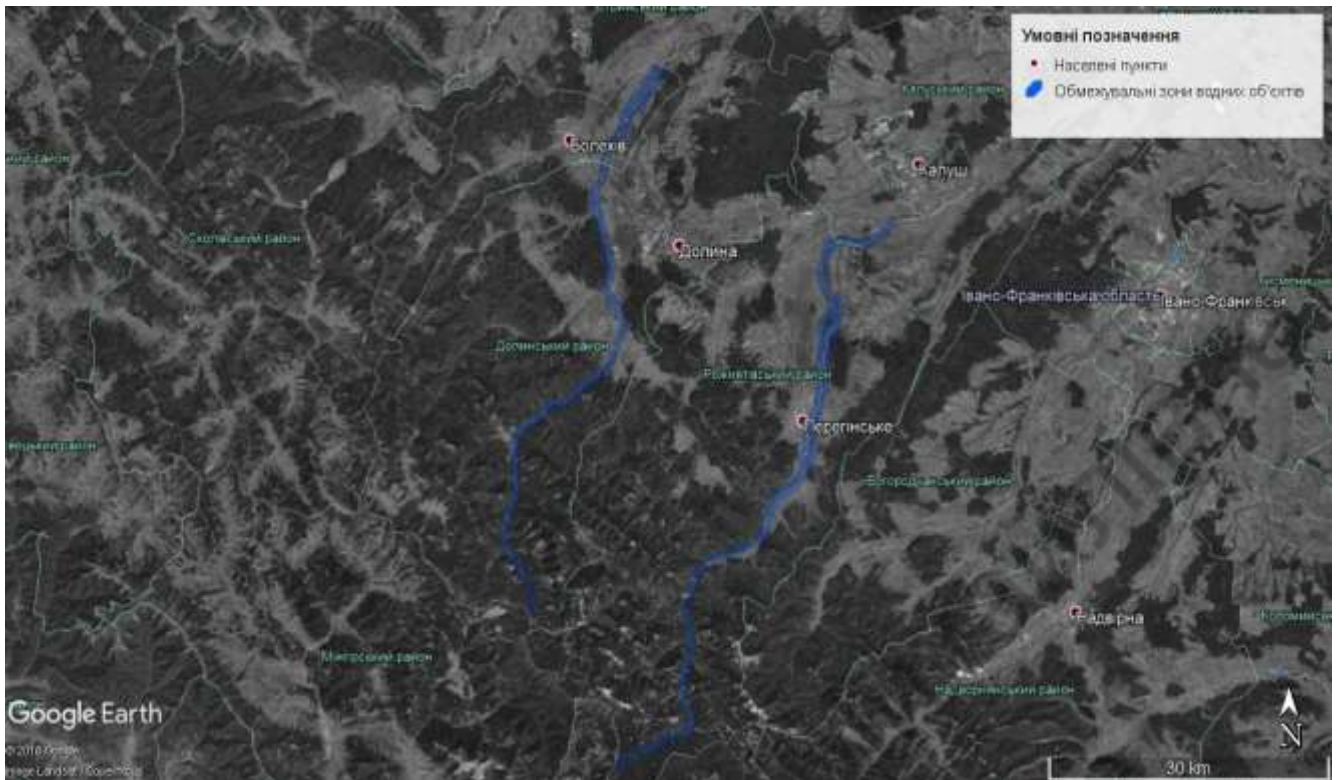


Рис. 4.9. Карта природних екологічних обмежень – водні об’єкти досліджуваної території

Ліси мають великий вплив на використання даної території для впровадження вітроенергетичних проєктів, оскільки займають значну частину і виключають її з використання. В гірській місцевості неперспективними приймалися і безлісі території, площа яких є недостатньою для влаштування ВЕС з врахуванням безпечних відстаней від них, та, які характеризуються високою крутизною схилів (див. рис. 4.10).

Досліджувана територія характеризується переважанням сільських поселень, на розташування забудови в яких серед природних факторів визначальний вплив мають рельєф, ліси, гідрологічна мережа (див. рис. 4.11).



Рис. 4.10. Карта природних екологічних обмежень – ліси та рельєф досліджуваної території

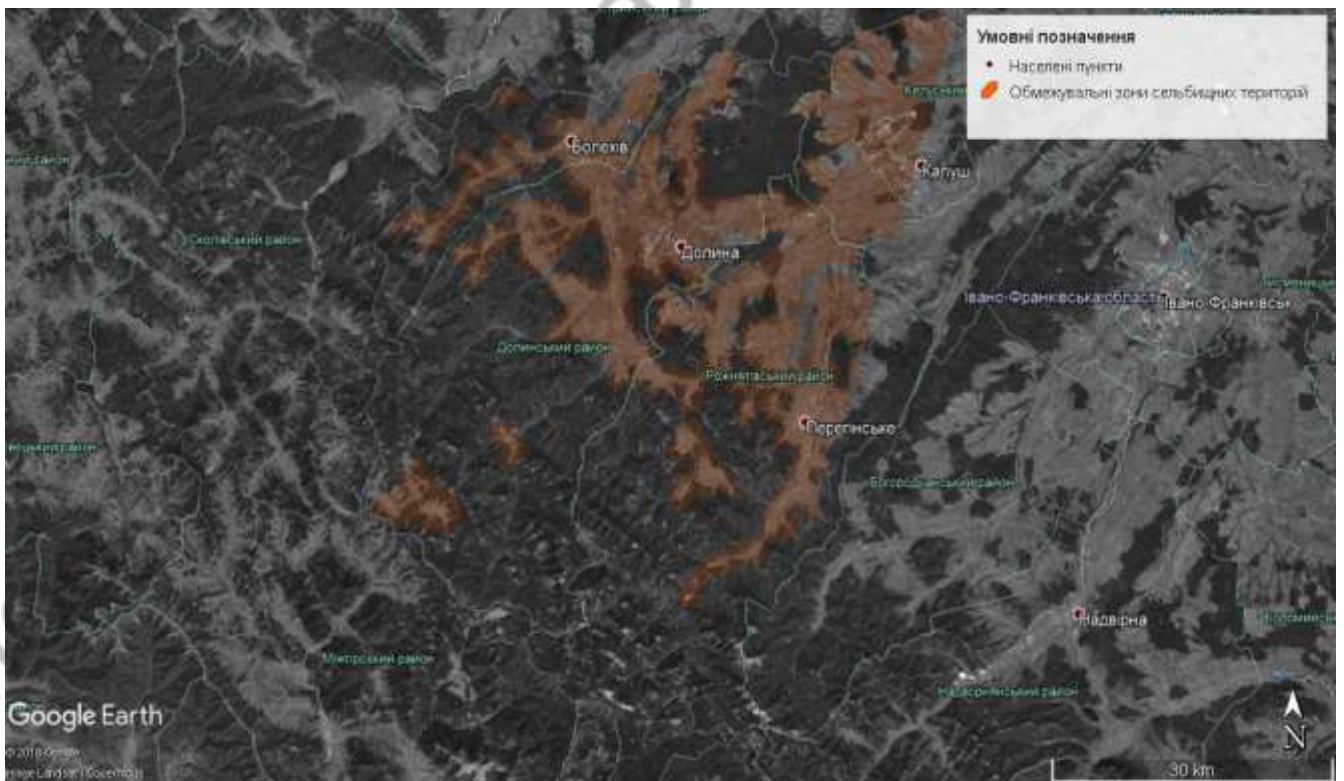


Рис. 4.11. Карта природних екологічних обмежень – сільбищі зони досліджуваної території

Накладанням покомпонентних карт було побудовано комплексну карту геопросторових обмежень (рис. 4.12), а з подальшим її накладанням на карту середньої швидкості вітру на висоті 100 м (див. рис. 3.11) – карту перспективних майданчиків розташування ВЕС (рис. 4.13).

В результаті виділено 24 екологічно безпечні перспективні майданчики розташування ВЕС загальною площею 4514,22 га. Майданчики можуть бути різними за площею та формою, стандартна відстань між ВЕУ становить 3-10 діаметра ротора, а загальні потреби в території під ВЕС залежно від типу підстилаючої поверхні коливаються в широких межах та складають для рівнинних відкритих територій в середньому 32 га на 1 МВт встановленої потужності, для ВЕС на схилах чи на залісених територіях – 18 га/МВт [40, 153]. Тому, зважаючи на площу та природні особливості майданчиків, розраховано кількість ВЕУ (на прикладі Vestas V112 3.3 МВт) та потужності ВЕС (табл. 4.11).

Таблиця 4.10

**Показники ВЕС на перспективних майданчиках
(з використанням ВЕУ Vestas V112 3.3 МВт)**

№	Площа майданчика, га	Кількість ВЕУ, од	Потужність ВЕС, МВт	№	Площа майданчика, га	Кількість ВЕУ, од	Потужність ВЕС, МВт
1	263	5	16,5	13	98	2	6,6
2	22	1	3,3	14	44	1	3,3
3	26	1	3,3	15	61	1	3,3
4	77	2	6,6	16	52	1	3,3
5	1340	23	75,9	17	127	3	9,9
6	212	4	13,2	18	137	3	9,9
7	80	2	6,6	19	73	2	6,6
8	132	3	9,9	20	40	1	3,3
9	76	2	6,6	21	11	1	3,3
10	210	4	13,2	22	0,22*	–	–
11	1040	18	59,4	23	18	1	3,3
12	352	6	19,8	24	23	1	3,3
				Всього	4514	88	290,4

*В загальну площу не враховувався, оскільки площа недостатня для встановлення ВЕУ мегаватного класу.

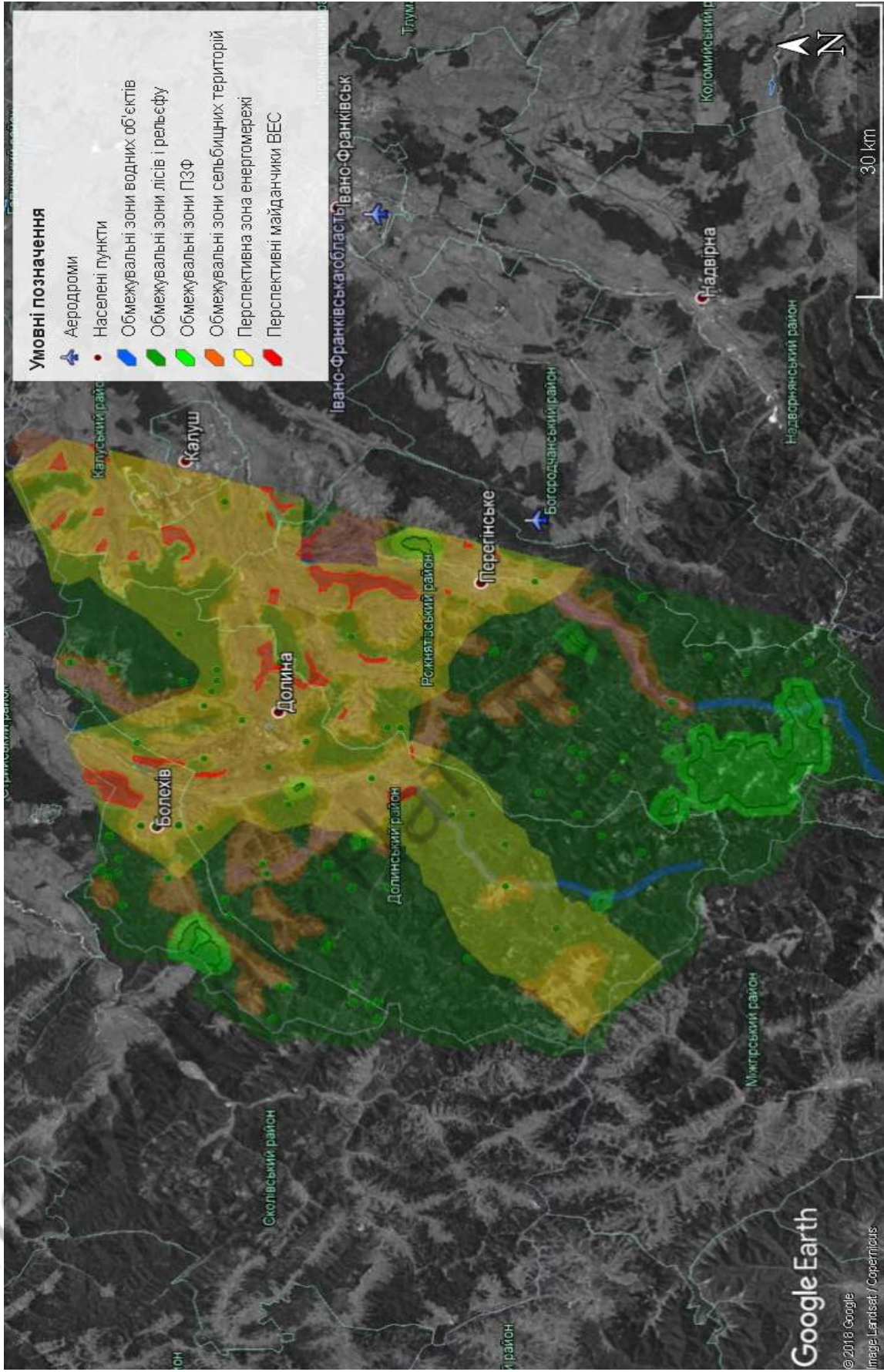


Рис. 4.12. Карта геопросторових обмежень досліджуваної території

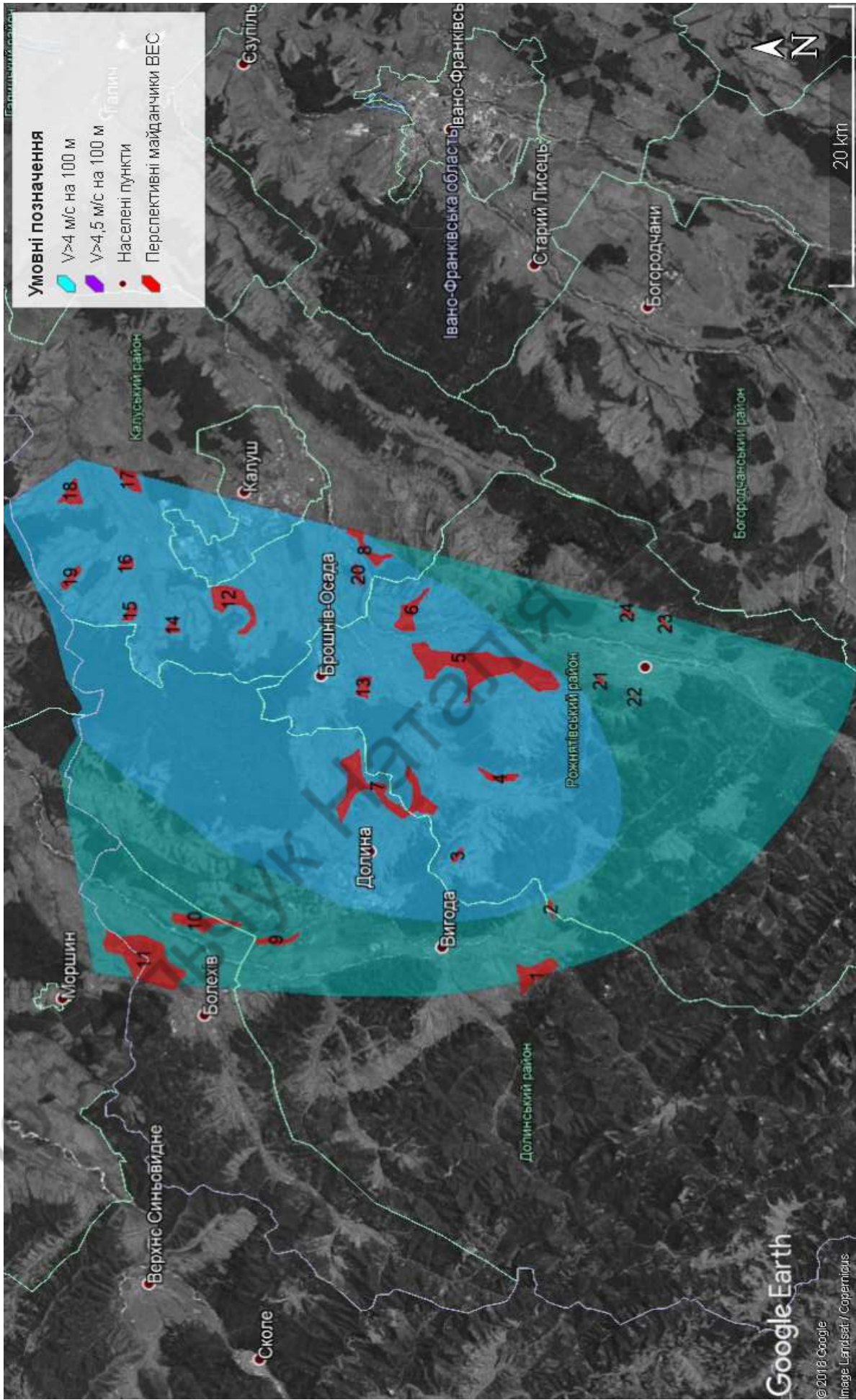


Рис. 4.13. Карта перспективних майданчиків розташування ВЕС досліджуваної території

Аналіз відповідності отриманих перспективних майданчиків з вибраними для реальних ВЕС, показав, що територія ВЕС «Шевченкове-1» і планованої ВЕС в межах Цініської сільської ради входять до перспективних.

Достатня кількість різних за площею перспективних територій дозволить отримати раціональне впровадження як малих, так і великих вітроенергетичних проєктів з максимальною вигодою та мінімальною шкодою довкіллю.

Висновки до розділу 4

1. Запропоновано алгоритм вибору майданчика розташування ВЕС шляхом використання ГІС та ДЗЗ при екологічно безпечному геоплануванні території, який включає, по-перше, вибір досліджуваної території зі сприятливими кліматичними умовами за результатами оцінки вітроенергетичного потенціалу та графічного представлення у вигляді карт середньої швидкості вітру та карт перспективних швидкостей вітру на заданій висоті; по-друге, врахування геопросторових обмежень шляхом встановлення обмежуючих критеріїв та їх графічного представлення у вигляді покомпонентних та комплексної карти геопросторових обмежень; по-третє, виділення перспективних майданчиків розташування ВЕС шляхом накладання карт перспективних швидкостей вітру на заданій висоті та карти геопросторових обмежень.

2. Теоретично обґрунтовано врахування трьох типів обмежень: орографічних, технічних (дорожньої мережі та енергомережі), природних екологічних (ПЗФ, водні об'єкти, ліси) та соціально-економічних екологічних (населені пункти, аеродроми) шляхом встановлення геопросторових виключень та екологічно безпечних відстаней. Запропоновано при геопросторовому плануванні виключати території, які мають:

- ухил більше 25%;
- відстань до дорожньої мережі більше 3 км;
- відстань до енергомережі більше 5 км;
- відстань до заповідників менше 1000 м,
- інших територій та об'єктів ПЗФ менше 400 м;

- відстань до водно-болотних угідь менше 1000 м;
- відстань до великих та середніх річок, озер, водосховищ, ставків від 3 га менше 400 м;
- відстань до лісів менше 400 м;
- відстань до сельбищних та рекреаційних територій населених пунктів менше 1000 м;
- відстань до аеродромів менше 10 км.

3. Застосовано алгоритм вибору майданчика розташування ВЕС для Івано-Франківської області. З врахуванням критеріїв геопросторових обмежень побудовано покомпонентні та комплексну карти геопросторових обмежень досліджуваної території. Побудовано карту перспективних майданчиків розташування ВЕС. 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.

Основні положення цього розділу викладені в публікаціях автора [169, 171, 173, 180, 182, 187]

РОЗДІЛ 5

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЗНАЧУЩОСТІ ВПЛИВІВ НА ДОВКІЛЛЯ (НА ПРИКЛАДІ ВЕС «ШЕВЧЕНКОВЕ-1»)

5.1 Характеристика ВЕС та території будівництва

Майданчик розташування ВЕС знаходиться на відстані 14 км у південному напрямі від м. Долини в межах земель запасу с. Шевченкове Шевченківської сільської ради Долинського району (рис. 5.1, 5.2). Доступ до ділянки забезпечує дорога місцевого значення з щебеневим покриттям та внутрішня ґрунтова дорога, яка буде реконструйована за кошт інвестора. На території відсутні негативні геологічні процеси, які б перешкождали будівництву. Рельєф місцевості складний, гірський, відмітки землі в межах проєктованого майданчика коливаються від 504 до 591 м. Через територію проходить ЛЕП 400 кВ, забудови немає.



Рис. 5.1. Оглядова карта розташування ВЕС «Шевченкове-1»

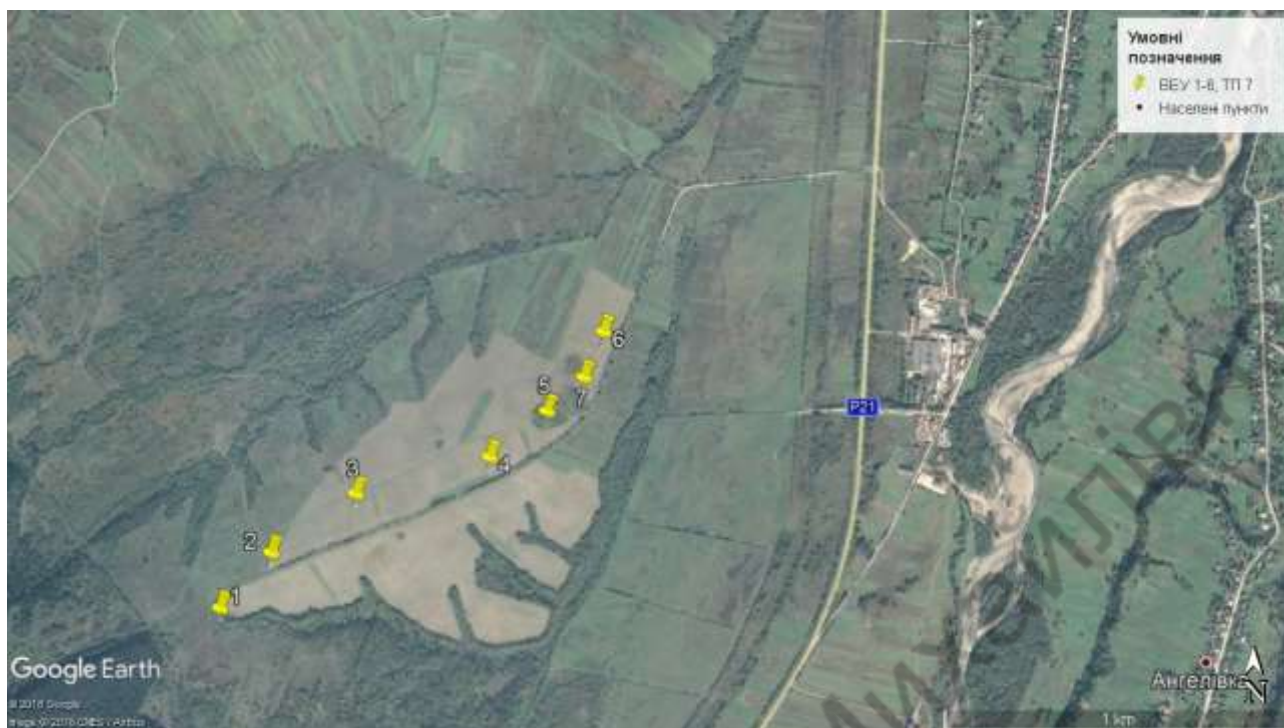


Рис. 5.2. Карта розташування ВЕС «Шевченкове-1»

Згідно з даними «Детального плану території земельних ділянок під будівництво та обслуговування» [122] територія ВЕС складається з окремих ділянок з розташуванням на них споруд:

- ВЕУ;
- трансформаторного пункту (ТП);
- технологічних проїздів;
- лінії електропередач (ЛЕП)

Планується використання ВЕУ «NorDEX» двох типів потужністю 600 кВт та 1300 кВт. Напруга електричного струму, що вироблятиметься від енергії вітру, становитиме 10-30 кВ, частота 50 Гц. ВЕУ сполучатиметься з ТП підземними кабелями, які розраховані на номінальну напругу 35 кВ. Кабелі прокладатимуться в залізобетонних лотках на глибині 1,9 м до ТП, а далі до ЛЕП 35 кВ. ЛЕП 35 кВ прокладатиметься вздовж існуючої дороги через захисну зону магістральних газопроводів високого тиску та приєднуватиметься до ЛЕП 35 кВ мережі Прикарпаттяобленерго, що проходить паралельно газопроводам та дорозі регіонального значення Р-21 Долина-Хуст.

Майданчик ВЕС складають 7 ділянок по 0,25 га загальною площею 1,75 га, які відводяться в оренду на 49 років – для будівництва та обслуговування ВЕУ в період експлуатації. Ділянки № 1-2 – під будівництво ВЕУ №1-2 1300 кВт, ділянки № 3-6 – під будівництво ВЕУ № 3-6 600 кВт, ділянка №7 – під будівництво ТП.

ВЕУ є конусоподібною вежею висотою 50-60 м, на верхівці якої розташована гондола з ротором та лопатями діаметром від 43,0 м.

Для забезпечення взаємодії всіх елементів ВЕС використовуватимуть систему керування вітровою електростанцією (СК ВЕУ) для зв'язку з усім обладнанням і системами, що входять у ВЕУ, прийому інформації від обладнання і систем, обробки, систематизації, запам'ятовування та оптимізації інформацію.

Впродовж спорудження ВЕУ будуть залучені 200 робітників різних спеціальностей.

На час будівництва ВЕС планується розміщення ряду тимчасових допоміжних споруд, які після завершення будівництва будуть демонтовані:

- склади для зберігання елементів ВЕУ;
- стоянки спецтехніки;
- склад для зберігання стабілізатора ґрунту LBS;
- склад для зберігання паливно-мастильних матеріалів;
- тимчасові господарські та житлові будівлі;
- адміністративний корпус;
- склад для зберігання інструменту;
- майданчик для зберігання земляних мас.

Проектом не передбачено вирубування лісових насаджень для встановлення тимчасових споруд на час будівництва.

5.2. Запобігання та пом'якшення впливів від ВЕС «Шевченкове-1»

Як згадувалось у розділі 2, відповідно до Закону «Про ОВД» [27] звіт з ОВД повинен включати опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення (пом'якшення), усунення значного негативного впливу на довкілля, у тому числі (за можливості) компенсаційних заходів.

Електроенергія вироблена з допомогою енергії вітру не потребує використання викопного палива, тобто веде до збереження надр та зменшення утворення парникових газів. Проектом передбачено максимальне збереження існуючого рельєфу. Будівництво об'єктів ВЕС та інфраструктури не передбачає розробку кар'єрів на території ВЕС та прилеглих територіях, вирубування лісів, використання водних ресурсів.

Для запобігання пожеж на ВЕС та на прилеглий території передбачаються такі заходи:

- використання якісного обладнання від провідних виробників Європи та України;
- використання для від'єднання навантаження комутаційних апаратів з робочими контактами в елегазових ємкостях або у вакуумі;
- виконання з'єднання або розгалуження кабелів і проводів з допомогою пресування, зварювання, або спеціальних затисків для запобігання небезпечних в пожежному відношенні перехідних опорів, для запобігання перегріванню і пошкодження стиків;
- організація проїздів на території ВЕС для безперешкодного проїзду пожежних машин;
- застосування негорючих будівельних конструкції і матеріалів для будівництва ВЕС;
- приєднання металевих конструкцій до пристроїв заземлення у відповідності з вимогами улаштування електороустановок;

- для евакуації людей з будівель ВЕС передбачені двері, що відкриваються в напрямку руху до виходу назовні, згідно з вимогами пожежної безпеки;
- організація блискавкозахисту ВЕС;
- застосування силових та контрольних кабелів із негорючою ізоляцією;
- виготовлення панелей релейного захисту, автоматики, управління з металевим днищем і отворами для прокладання кабелів з наступним ущільненням отворів матеріалами з вогнестійкістю не менше 45 хв;
- обладнання території та робочих місць засобами первинного пожежогасіння (порошкові та вуглекислотні вогнегасники) та протипожежним інвентарем (лопати, сокири, ящики з піском);
- забезпечення протипожежних розривів між об'єктами, що входять до складу ВЕС, та лісовими масивами.

Для переміщення матеріалів та обладнання при будівництві, а також для проїзду транспорту для експлуатації ВЕС передбачено створення мережі технологічних доріг на основі наявних ґрунтових доріг сільськогосподарського призначення. Для цього планується використання сучасних екологічно чистих технологій будівництва (покриття доріг формується з наявного рекультивованого ґрунту та скріплюючого вапняного розчину, колір дорожнього покриття – зелений).

Організацію поверхневого стоку передбачається здійснити відкритою водовідвідною системою – лотками та канавами з улаштуванням містків чи труб в місцях перетину їх з проїздами.

Буде проведена рекультивація поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриття. Озеленення території передбачає максимальне збереження існуючих зелених насаджень. Частина ділянок біля ВЕУ, яка в період будівництва бетонується, залишається з твердим покриттям, решта території підлягає відновленню трав'яного покриву.

Також експлуатація ВЕС передбачає забезпечення охоронних заходів, зокрема встановлення засобів відеоспостереження та організації фізичної охорони. Це забезпечить обмеження доступу третіх осіб на територію ВЕС та

прилеглу територію, що дасть можливість запобігання диверсій, терактів, незаконним вирубкам лісу, знищення фауни, браконьєрства [122].

5.3 Оцінка значущості впливів ВЕС «Шевченкове-1» на довкілля

5.3.1 Оцінка значущості впливів на окремі компоненти довкілля

Оцінка значущості впливів на довкілля здійснювалась на основі аналізу даних передпроектної документації, наукових досліджень, звітів з ОВД аналогічних проєктів, картографічної інформації та натурних спостережень.

Згідно з методикою оцінки значущості впливів на довкілля інтегральна оцінка значущості впливу визначається за ф-ми 2.1-2.2 та табл. 2.2-2.10.

Клімат. Жодних негативних змін від ВЕС не спостерігатиметься. Експлуатація ВЕС матиме позитивний опосередкований вплив на клімат, оскільки замінюватиме викопне паливо.

Повітря. *Забруднення повітря* Деякі негативні наслідки проєкту можуть відчуватися при будівництві ВЕС, зокрема в процесі будівництва мережі доріг та допоміжних споруд. Це проявлятиметься забрудненням повітря від будівельної техніки і транспорту, а також від утворення пилу. Вплив є високоймовірним, точковим, тривалим, незначної інтенсивності – незначний. Також можливими є викиди шкідливих речовин при пожежах. Та, зважаючи на те, що об'єкти ВЕС в цілому та вітрові турбіни зокрема обладнані системами автоматичної сигналізації та пожежогасіння [122] вплив є дуже малоюмовірним, точковим, короткотривалим, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Геологія і ґрунти. Потенційним впливом на *гірські породи* буде розчищення ділянки, влаштування фундаменту (глибина 2,6 м) та прокладання кабельних ліній, що поєднують ВЕУ в залізобетонних лотках (глибина 1,9 м).

Вплив є помірноюмовірним, точковим, тривалим, незначної інтенсивності – незначний. Іншим об'єктом геологічного середовища, який зазнаватиме впливу, можуть бути *зсувонебезпечні ділянки*, зважаючи на складний гірський рельєф місцевості. Відмітки землі на різних ділянках проектування коливається в межах 504,0 – 590,9 м. Беручи до уваги факт будівництва ВЕС на схилах, де можливе утворення чи розвиток зсувів, планується використання палевого фундаменту – куш буро набивних паль об'єднаних ростверком. Застосуванням заходів, які виконуватимуться в процесі інженерної підготовки території, зокрема організація поверхневого стоку за допомогою відкритої водовідвідної системи – лотків та каналів з влаштуванням містків або труб в місцях перетину, значно зменшать даний вплив [122]. Щодо крутизни схилів та можливості виникнення ерозії, то досліджувана ділянка розташована в підгірській зоні, яка характеризується меншими показниками. Тому вплив дуже малоюмовірний, точковий, тривалий, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Деградація ґрунту від видалення верхнього шару рослинності. Вплив малоюмовірний, точковий, тривалий, слабкої інтенсивності – незначний. Негативна дія від даного впливу зменшиться завдяки пом'якшувальним заходам – рекультивациі поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриття, створення мережі технологічних доріг на базі наявних ґрунтових доріг сільськогосподарського призначення [122].

Потрапляння у ґрунт паливно-мастильних матеріалів від використання будівельної техніки та неналежне поводження з відходами, які утворюватимуться при будівництві ВЕС можуть призводити до *забруднення ґрунту*. Пом'якшувальні заходи, особливо розташування окремих огорожених майданчиків для зберігання під накриттям стабілізатору ґрунту LBS і паливно-мастильних матеріалів та майданчика для зберігання земляних мас, дозволять зменшити даний вплив [122]. Вплив малоюмовірний, точковий, тривалий, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Води. *Ресурси поверхневих вод* можуть зазнавати впливу, який виражатиметься зміною в обсягах поверхневого-зливового стоку через порушення ґрунтового покриву та вилучення рослинності під час будівництва, а також надходженням більшої кількості води та наносів у місцеві водотоки. Потраплянню поверхнево-зливових стоків на дорогу Р-21 перешкоджатиме запроєктована система каналів. Зважаючи на площу ВЕС, вплив під час будівництва малоймовірний, точковий, тривалий, слабкої інтенсивності – незначний негативний; при експлуатації – дуже малоймовірний, точковий, постійний, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Також вплив проявлятиметься *забрудненням поверхневих вод* завислими речовинами особливо у ході будівництва. Вплив під час будівництва малоймовірний, точковий, тривалий, слабкої інтенсивності – незначний негативний; при експлуатації – дуже малоймовірний, точковий, постійний, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Вплив на *ресурси і забруднення підземних вод* можливий у вигляді збільшення надходження вод у підземні води через деградацію ґрунтового покриву та надходженні забруднених речовин до підземних вод. Вплив дуже малоймовірний, точковий, тривалий, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Флора, фауна та біорізноманіття. Оцінка значущості ґрунтується на врахуванні чутливості компонентів та реципієнтів, що особливо характерно для флори, фауни та біорізноманіття. Висока чутливість притаманна територіям та видам, що перебувають під охороною. В табл. 5.1 наведено найближчі до території дослідження об'єкти ПЗФ.

Зважаючи на відстань до чутливих територій, *флора* зазнаватиме впливу переважно при підготовці території будівництва через виймання ґрунту. Спорудження ВЕС та інфраструктури не передбачає вирубування лісів [122]. Негативний вплив буде зменшений проведенням рекультивації поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриття, використанням технологічних

проїздів. Вплив високоймовірний, точковий, тривалий, слабкої інтенсивності – помірний негативний.

Загоряння рослинності мінімізується комплексом заходів з пожежопередження та пожежогасіння. Вплив дуже маломовірний, точковий, короткотривалий, помірної інтенсивності – незначний негативний.

Таблиця 5.1

Об'єкти ПЗФ розташовані у зоні можливого впливу ВЕС «Шевченкове-1»

(за даними [154])

Назва території чи об'єкта ПЗФ	Категорія	Тип (об'єкт охорони)	Місце розташування території чи об'єкту ПЗФ	Мінімальна відстань до ВЕС
Території та об'єкти ПЗФ загальнодержавного значення				
Болото Ширковець	пам'ятка природи	гідрологічна	ДП «Вигодський держлісгосп», Мізунське лісництво, кв.13, вид.18	5 км
Території та об'єкти ПЗФ місцевого значення				
Ріка Свіча з притокою Мізунькою	заказник	Ландшафтний	Долинський район	1 км
Шевченківський	заказник	Орнітологічний (гніздування колонії сірої чаплі)	ДП «Вигодський держлісгосп», Шевченківське лісництво, кв.9, вид.24	2 км
Тарасівка	заповідне урочище	(плантація модрина європейської та японської)	ДП «Вигодський держлісгосп», Шевченківське л-во кв.1, вид.1-14, 17	200 м

Найбільш значним є вплив на *орнітофауну*, який може стати причиною зменшення біорізноманіття, особливо на чутливих територіях. У широколистяних лісах рівнинної території Долинського району можна зустріти таких птахів як шпак, горобець, синиця, галка, сойка. Для гірських ділянок характерними представниками є глухар карпатський, шишкар ялинковий, лелека гірська [155]. При розташуванні ВЕС на території об'єктів ПЗФ або в безпосередній близькості до них вплив є найбільш небезпечним, оскільки збільшується ймовірність впливу на *види, що охороняються*. У лісах Вигодського лісництва зустрічаються червонокнижні лелека чорний, глухар, рябчик, тетерук [156]. А в безпосередній

близькості до ВЕС на території орнітологічного заказника «Шевченківський» гніздується сіра чапля.

Витіснення з ареалів птахів, що охороняються. Зважаючи на те, що в період гніздування ВЕУ не значно впливають на птахів, окрім качок, гусей та деяких інших видів водних птахів і птахів відкритих просторів, які уникають ВЕС [57] вплив малої ймовірний, локальний, постійний, слабкої інтенсивності – помірний негативний.

Деякі види, зокрема сіра чапля (гніздування якої охороняється поблизу), хижі птахи, шпаки, ворони часто можуть перебувати поруч і навіть в межах ВЕС, що частково може призводити до підвищення ймовірності *загибелі при зіткненні з ВЕУ*. ВЕС, які розташовані поблизу водойм чи голих гірських хребтів, спричиняють більше жертв, ніж інші [57]. ВЕС «Шевченкове-1» знаходиться у межиріччі рр. Свіча і Мізунка, проте слід зазначити, що за рік експлуатації першої черги ВЕС випадків *загибелі птахів через зіткнення* не зафіксовано. Враховуючи висоту ВЕУ вплив помірної ймовірний, місцевий, постійний, слабкої інтенсивності – помірний негативний.

Втрата місць відпочинку та годівлі для мігруючих птахів. Як зазначалось в розділі 1 ВЕС мають дуже великий вплив на мігруючих птахів поза сезоном гніздування, витісняючи їх з місць відпочинку та годівлі. Для окремих видів проявляється суттєвий зв'язок між висотою ВЕУ та відстанню уникнення. Україною проходить південний континентальний євразійський, а досліджуваною територією – північно-західний пролітний шлях весняної міграції та карпатський пролітний шлях осінньої міграції [40,157,158]. Вплив помірної ймовірний, місцевий, постійний, незначної інтенсивності – помірний негативний.

Зіткнення птахів з ВЕУ під час міграції. Зважаючи на висоту польоту птахів під час міграції, а саме горобцеподібних – до 40 м, качкових, журавлиних – на висотах вищих 120 м, хижих – однаково часто на різних висотах [58], вплив помірної ймовірний, місцевий, постійний, незначної інтенсивності – помірний негативний.

Будівництво ВЕС може спричинити *витіснення кажанів з їх ареалів* через втрату місць харчування або порушення коридорів руху. Вплив високоїмовірний, локальний, постійний, слабкої інтенсивності – помірний. Високими показниками *зіткнення для кажанів* характеризуються ВЕС розташовані поблизу лісів. Оскільки, кажани – одна з найбільш вразливих груп ссавців, а більшість видів, що мешкають на території України занесені до Червоної Книги, вплив високоїмовірний, місцевий, постійний, слабкої інтенсивності – помірний негативний.

Аналізуючи міжнародний досвід, можна дійти висновків, що ВЕС «Шевченкове-1» буде чинити вплив на орнітофауну у зв'язку з відносною близькістю розташування до лісових та водних об'єктів, тому необхідними є постійні моніторингові дослідження при будівництві та експлуатації за змінами в популяціях птахів та кажанів, фіксування фактів загибелі від ВЕС та, за необхідності, зміни в роботі ВЕС для зменшення ризиків у період міграції.

Вплив на *водні екосистеми* при будівництві ВЕС може відбуватися шляхом надходження із поверхнево-зливовим стоком у місцеві водотоки твердих наносів та накопичення їх у руслах змінюючи цим фізичний та хімічний стан водних середовищ та впливаючи на водні організми. Вплив малоїмовірний, точковий, тривалий, слабкої інтенсивності – незначний негативний.

Вилучення земель під влаштування ВЕС може зумовити втрату середовища існування та впливати на *наземні екосистеми*. Даний вплив буде пом'якшений проведенням рекультивації поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриття, уникненням будівництва на території ПЗФ, розташуванням ВЕС на незалісеній території. Вплив високоїмовірний, точковий, тривалий, слабкої інтенсивності – помірний негативний.

Ландшафт. Особливо вразливими до впливу від ВЕС є землі ПЗФ, високоякісні ландшафти та середовище, що їх оточує.

Ландшафти-об'єкти ПЗФ та неорганізовані особливо цінні ландшафти. Зважаючи на те, що з півдня територія розташування ВЕС відділяється вищими

низькогір'ям, а з півночі горбогір'ям, які унеможливають візуалізацію ВЕС за ними, вплив на ландшафт буде обмежуватись рельєфом та не надто високою висотою ВЕУ – 50-60 м. За допомогою даних Google Earth Pro побудовано карти зони видимості з ВЕУ 1 та ВЕУ 6 у радіусі 10 км для представлення впливу орографічних особливостей території (рис. 5.3-5.4).

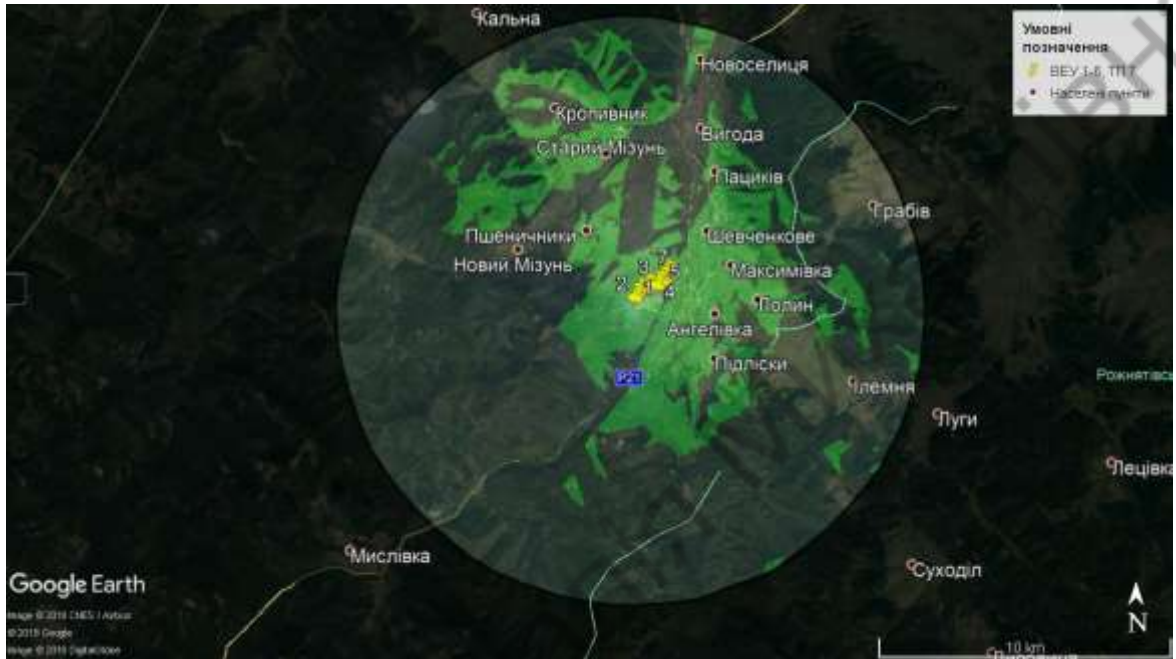


Рис. 5.3. Зона видимості з ВЕУ 1 висотою 60 м.



Рис. 5.4. Зона видимості з ВЕУ 6 висотою 50 м.

Природоохоронні об'єкти та території, а також високоякісні ландшафти без особливого статусу охорони можуть бути особливо вразливими до впливів. Найближчим об'єктом ПЗФ, в якому охороняються ландшафти, є ландшафтний заказник місцевого значення «Ріка Свіча з притокою Мізунькою». Річка Свіча, загальною протяжністю 107 км, протікає на відстані понад 1 км від ВЕС. Вплив буде можливим на 9-10 км р. Свіча (с. Підліски – с. Ангелівка – с. Максимівка – с. Шевченкове – с. Пациків). В межах р. Мізунка, поруч з якою проходить туристичний маршрут «Карпатський трамвайчик», незначний вплив буде тільки в окремих точках, оскільки візуалізація обмежуватиметься забудовою, відстанню (в середньому 5 км), орографічним підвищення між ВЕС та р. Мізунка, а в районі с. Новий Мізунь ще й лісовими насадженнями. На захід від території ВЕС розташована оглядова точка на г. Лиса (1120 м), але ВЕС не надто знижуватиме візуальну привабливість ландшафту з цієї точки, оскільки, окрім ВЕС, з півночі до сходу можна спостерігати території сільської забудови прилеглих сіл. Також через територію ВЕС проходить ПЛ 400 кВ.



Рис. 5.5. Видимість ВЕС з автодороги Р-21 зі сторони смт Вигода (2500 м)

Для оцінки впливу рельєфу на видимість ВЕУ для жителів довколишніх населених пунктів, туристів та тих, хто подорожує дорогою Р-21 зроблено фото видимості ВЕС з різних місць (рис.5.5-5.7).



Рис. 5.6. Видимість ВЕУ від найближчої житлової забудови (1100 м)

Враховуючи вищезазначене вплив буде високоймовірним, локальним, постійним, незначної інтенсивності – помірний негативний.

Підвищення туристичного попиту території у зв'язку з зацікавленістю новими об'єктами. Поряд з відчуттям негативного візуального впливу, ВЕС може чинити і позитивний вплив на тих реципієнтів, які цікавляться ВЕ. ВЕС «Шевченкове-1» є новим об'єктом техносфери, першою в Івано-Франківській області, розташована з достатньою транспортною доступністю та може привертати увагу до себе науковців та туристів. Тому, вплив буде помірноймовірний, локальним, постійним, незначної інтенсивності – помірний позитивний вплив.



Рис. 5.6. Видимість ВЕУ з Р-21 на в'їзді до майданчика ВЕС (1000 м)

Здоров'я населення. При оцінці даної складової аналізувалися дані вітчизняних та закордонних досліджень, практика схожих проєктів, експериментальні дослідження.

Шум при будівництві буде відчутним, зокрема від транспорту та будівельного обладнання. Для зменшення впливу на працівників передбачено використання засобів захисту слуху під час будівництва, також будівельні роботи проводитимуться у денний час. Вплив високоїмовірний, точковий, тривалий, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Шум при експлуатації ВЕС. При роботі електротехнічного обладнання електростанції відбувається шумове забруднення. Застосування обладнання, конструкцією якого передбачено зменшення шуму дасть змогу зменшення шумового навантаження.

Звуковий тиск від вітрової турбіни послаблюється логарифмічно [159] відносно відстані.

Для прогнозування рівнів звукового тиску (рівень звуку) на певній відстані від ВЕУ було проведено розрахунки згідно формули [160]:

$$L_I = L_{WA} - 20 \log_{10} \frac{r}{r_0} - 11 - \alpha r \quad (5.1)$$

де L_I – рівень звуку, дБА;

L_{WA} – рівень звукової потужності, дБА;

r – відстань від джерела шуму (гондоли) (рис.5.7);

r_0 – контрольна відстань, на якій рівень звукового тиску при сферичному поширенні зменшується на 11 дБА у порівнянні з рівнем звукової потужності – 1 м;

α – коефіцієнт поглинання атмосфери, за стандартних умов становить 0,005 дБА.

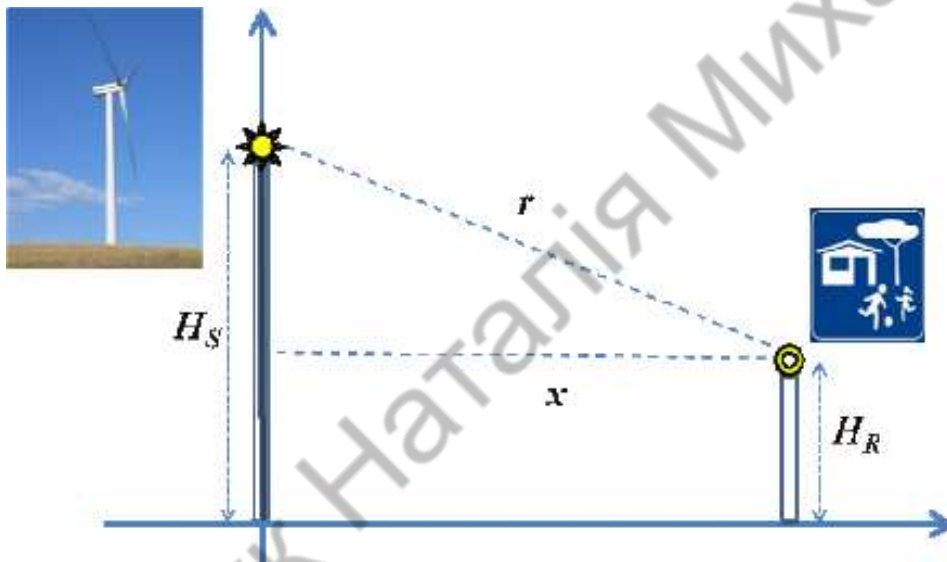


Рис. 5.7. Геометрія залежності зміни рівня звуку від ВЕУ [159]

Сумарний рівень шуму від декількох джерел, що працюють одночасно визначався як:

$$L_{cep} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} \quad (5.2)$$

де L_i – рівень звукового тиску i -того джерела, дБА;

n – кількість джерел звуку.

Результати обчислень проведені за (5.1) і (5.2) згідно характеристик ВЕУ (табл.5.2) представлено в табл.5.3.

Шумові характеристики ВЕУ ВЕС «Шевченкове-1»

Швидкість вітру на висоті 10 м, м/с	Висота ВЕУ, м	Коригований рівень звукової потужності, дБА
Nordex N43 600		
8	50	102
10		104
Nordex N60 1300		
8	60	101,7
10		104,5

Таблиця 5.3

Розповсюдження звуку на прилеглий території від ВЕУ Nordex N43 600 та Nordex N60 1300 (на висоті 1,5 м)

Рівень звуку, дБА						
Відстань, м	Nordex N43 600		Nordex N60 1300		Сумарно 6 ВЕУ	
	Швидкість вітру 8 м/с	Швидкість вітру 10 м/с	Швидкість вітру 8 м/с	Швидкість вітру 10 м/с	Швидкість вітру 8 м/с	Швидкість вітру 10 м/с
0	57,0	59,0	55,1	57,9	64,3	66,5
50	53,8	55,8	52,6	55,4	61,2	63,4
100	49,5	51,5	48,8	51,6	57,1	59,3
150	46,3	48,3	45,8	48,6	53,9	56,1
200	43,7	45,7	43,3	46,1	51,3	53,6
250	41,6	43,6	41,2	44,0	49,3	51,5
300	39,8	41,8	39,5	42,3	47,5	49,8
400	36,9	38,9	36,5	39,3	44,6	46,8
500	34,5	36,5	34,1	36,9	42,1	44,4
600	32,4	34,4	32,1	34,9	40,1	42,3
700	30,6	32,6	30,3	33,1	38,2	40,5
800	28,9	30,9	28,6	31,4	36,6	38,9
900	27,4	29,4	27,1	29,9	35,1	37,3
1000	26,0	28,0	25,7	28,5	33,7	35,9

За результатами розрахунків рівня шуму встановлено, що рівень звуку від ВЕС «Шевченкове-1» збільшується приблизно на 1,2-1,3 дБА зі збільшенням швидкості на 1 м/с. Допустимий еквівалентний рівень шуму при експлуатації всіх ВЕУ та максимальній швидкості вітру у нічний час для територій, які прилягають до житлових приміщень – 45 дБА (див. табл. 4.10) буде дотримуватись на відстані

475 м. Шум від експлуатації ВЕС негативно не впливатиме на людей, що живуть поблизу ВЕС, оскільки відстань до житлової забудови перевищує безпечну відстань більш як удвічі.

З метою отримання реальних даних також було проведено вимірювання рівня шуму від ВЕУ Nordex N43 600, яка встановлена в першій черзі ВЕС «Шевченкове-1» за допомогою мультифункціонального приладу ET-965 FLUS (дод. К). Рівні шуму вимірювались від ВЕУ через кожні 50-100 м при середній швидкості вітру 4-5 та 6-8 м/с на висоті 10 м. Порівняння усереднених рівнів звуку на основі експериментальних даних з розрахунковими представлені на рис.5.8.

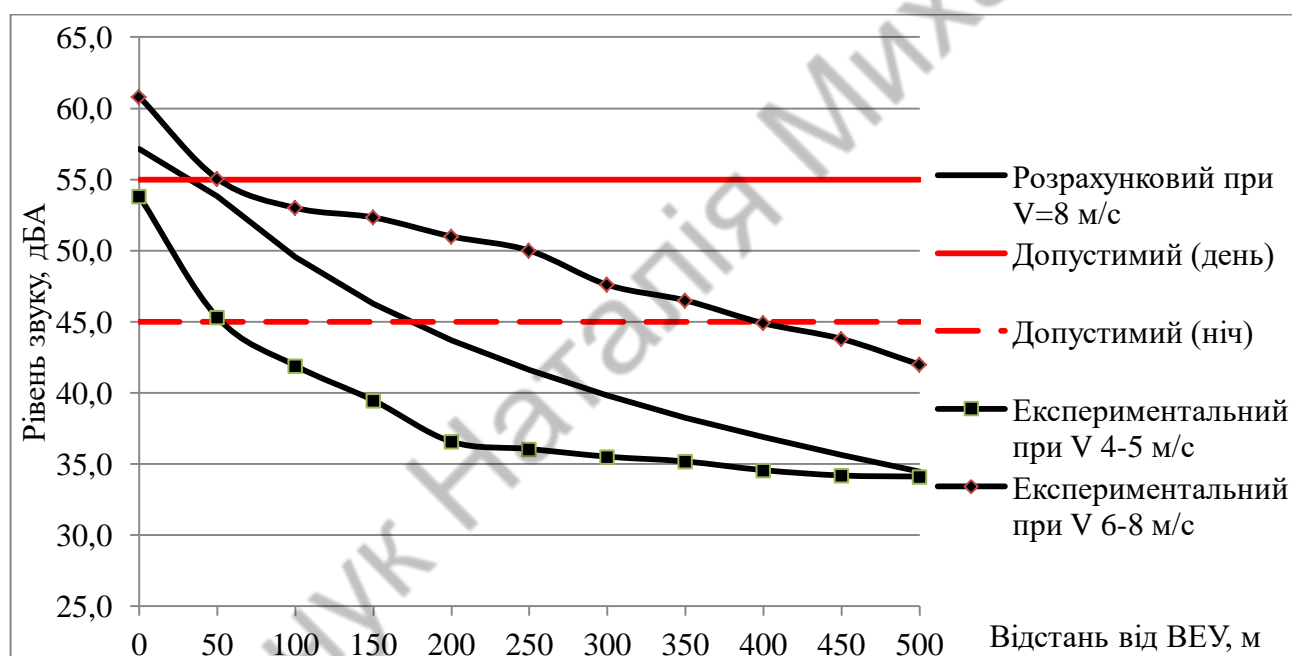


Рис. 5.8. Рівні звуку від ВЕУ Nordex N43 600 (перша черга ВЕС «Шевченкове-1»)

Перевищення рівнів звуку при швидкості вітру 6-8 м/с на висоті 10 м отриманих при замірах над розрахунковими (див. рис.5.8) пояснюється наявністю фонового шуму, зокрема шуму вітру, який збільшується на вдвічі більшу величину (2,5 дБА), а ніж шум від ВЕУ зі зростанням швидкості вітру на 1 м/с.

Зважаючи на те, що радіус шумового впливу менше 500 м, відстань до найближчої виробничої забудови 900 м, житлової – 1100 м, вплив малоймовірний, локальний, постійний, незначної інтенсивності – незначний негативний.

На основі відомих даних про рівень звукової потужності та замірів рівнів звуку за допомогою програми Tablecurve 2D вдалося отримати функціональні залежності між рівнем звуку від однієї ВЕУ Nordex N43 600 (першої черги ВЕС «Шевченкове-1») та відстанню (рис. 5.9,5.10).

Так, при швидкості вітру 4-5 м/с на висоті 10 м рівняння зміни рівня звуку з відстанню матиме вигляд:

$$L = 86,17 - 20,39 \lg r \quad (5.3)$$

де L – рівень звуку, дБА;

r – відстань від джерела шуму (гондоли), м.

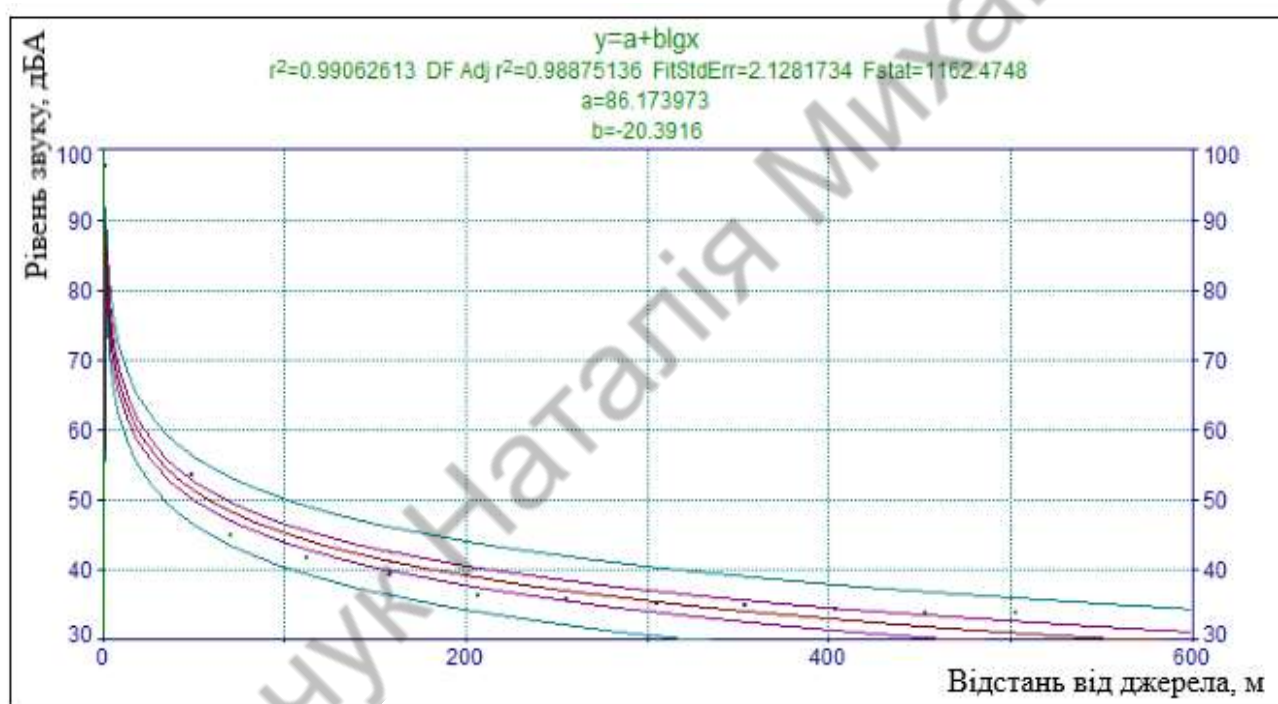


Рис. 5.9. Залежність між рівнем звуку від першої черги ВЕС «Шевченкове-1» та відстанню при середній швидкості вітру 4-5 м/с на висоті 10 м

Отримана залежність характеризується високими значеннями коефіцієнтів детермінації $R^2=0,991$ та скоригованого на ступені свободи коефіцієнту детермінації $R^2_{adj} = 0,989$. Критерій Фішера при рівні значущості 0,05 вище табличного значення $F=2,69$ та становить $F=1162,48$.

При швидкості вітру 6-8 м/с на висоті 10 м рівняння матиме вигляд:

$$L = 91,21 - 17,88 \lg r \quad (5.4)$$

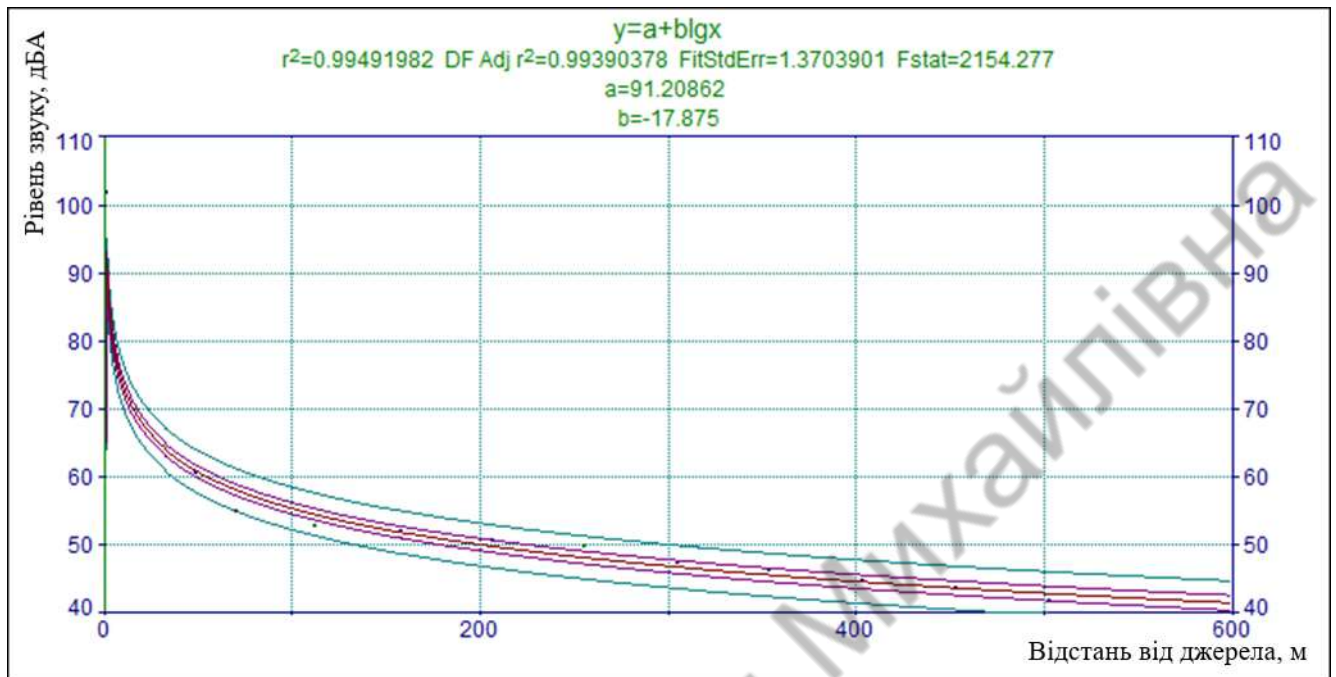


Рис. 5.10. Залежність між рівнем звуку від першої черги ВЕС «Шевченкове-1» та відстанню при середній швидкості вітру 6-8 м/с на висоті 10 м

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,995$ скоригований на ступені свободи коефіцієнт детермінації $R^2_{adj} = 0,994$. Критерій Фішера при рівні значущості 0,05 вище табличного значення $F = 2,69$ та становить $F = 2154,27$.

Запропоновані залежності отримані завдяки експериментальним даним дають змогу врахування фонових шумів зумовлених вітром, тому розраховані показники рівня звуку будуть вищими ніж при застосуванні ф-ли 5.1.

Вібрації. Хоча чутливість до нижньої частоти вібрації значно відрізняється між людьми, рівень вібрації, що створюється ВЕС, лежить нижче порога сприйняття.

Електромагнітне випромінювання. Об'єкти ВЕС (ВЕС, ТП, ПЛ та кабельні лінії) є джерелами електромагнітного випромінювання, які характеризуються напруженістю електричного поля E , (В/м) та напруженістю магнітного поля H , (А/м).

В Україні вплив на населення, що створюється пристроями електропередач змінного струму промислової частоти (50 Гц) нормуються «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» [161]. СЗЗ встановлюється для ПЛ напругою від 300 кВ, для ПЛ 10 та 35 кВ та ТП, які проєктуються на території ВЕС, СЗЗ не передбачено, оскільки вони не створюють напруженості електричного поля, що перевищує ГДР для території зони житлової забудови – 1 кВ/м (табл.5.4).

Таблиця 5.4

Гранично допустимі рівні напруженості електричного поля [161]

Територія чи об'єкт	Гранично допустимий рівень напруженості електричного поля (ГДР)
на території зони житлової забудови	1 кВ/м
у населеній місцевості, поза зоною житлової забудови, а також на території городів і садів	5 кВ/м
на ділянках перетину ПЛ з автомобільними шляхами I - IV категорій	10 кВ/м
у ненаселеній місцевості	15 кВ/м
у важкодоступній місцевості та на ділянках, спеціально відгороджених для виключення доступу населення	20 кВ/м

ВЕС знаходиться у населеній місцевості поза зоною житлової забудови, де відповідно до нормативів ГДР становить 5 кВ/м. Щодо впливу на працівників, то за «Державними санітарними нормами та правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів» [162] перебувати в електричному полі з рівнем напруженості до 5 кВ/м включно допускається протягом 8 год робочого дня.

Відстань, на яку поширюється магнітне поле залежить від сили струму, що протікає, чи від навантаження ПЛ. З огляду на те, що навантаження ПЛ є різним залежно від часу доби та сезонності, то й розміри зони підвищеного рівня магнітного поля також змінюються [163]. Напруженість частотою 50 Гц протягом робочого дня (8 год) не повинна перевищувати 1,4 кА/м [161].

Потенційний вплив ЕМВ від ВЕС «Шевченкове-1» також знижується завдяки з'єднанню ВЕУ з ТП підземними кабельними лініями, що прокладені в залізобетонних лотках на глибині 1,8 м.

Підтвердження відсутності електромагнітного випромінювання від ВЕС було проведено вимірюванням рівня від ВЕУ, ПЛ 10 кВ та 35 кВ та ТП 0,4 кВ за допомогою тестера інтенсивності електромагнітного випромінювання Tenmars TM-195 (дод. Л). Максимальні значення напруженості спостерігались під ПЛ 35 кВ та становили 2 В/м, що в 500 разів менше ГДР для території зони житлової забудови, в інших точках рівні були ще нижчими і не перевищували 0,5 В/м. Щодо магнітної складової, то максимальні значення також спостерігались під ПЛ 35 кВ та становили 0,8 кА/м.

Загалом вплив малоймовірний, точковий, постійний, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Мерехтіння тіні. Оскільки вплив на відстані більшій 10-діаметрів є несуттєвий [164], максимальна відстань, на якій може відчуватися вплив ефекту мерехтіння тіні від ВЕУ для ВЕС «Шевченкове-1» складатиме 400-600 м. Найближча забудова с. Шевченкове розташована на схід від ВЕУ 6 (діаметр ротора 43 м), однак відстань до виробничих приміщень складає 900 м, а до житлових – 1100 м. До забудови інших населених пунктів відстані є значно більшими. Аналіз розташування ВЕС відносно забудови (див. рис. 5.2) та врахування міжнародних рекомендацій (на відстані більшій 10 діаметрів ротора ВЕУ ефект мерехтіння тіні невідчутний) дає змогу виключити вплив від мерехтіння тіні.

Розкидання льоду. Безпечну відстань від ВЕУ до об'єкта можна розрахувати за формулою [165]:

$$d_{ice} = 1,5 \cdot (h_t + d_r) \quad (5.3)$$

де h_t – висота вежі ВЕУ, м;

d_r – діаметр ротора ВЕУ, м.

В результаті розрахунку було встановлено, що можлива відстань розкидання льоду від ВЕУ Nordex N43 600 складає 140 м, від ВЕУ Nordex 1300 – 180 м. В зоні ризику немає споруд, однак є сільськогосподарські угіддя, ґрунтові дороги (див. рис. 5.2), також на ВЕС працюватиме обслуговуючий персонал. Враховуючи це та кліматичні особливості території, вплив дуже малоймовірний, точковий, постійний, слабкої інтенсивності – незначний негативний.

Соціально-економічна ситуація. ВЕС чинитиме позитивний вплив на соціально-економічне середовище сс. Шевченкове та Мислівка, які є в складі Шевченківської сільської рад: при будівництві – підвищенням зайнятості місцевого населення, при експлуатації – надходженням до місцевого бюджету орендної плати за земельні ділянки та податків, зайнятості технічного обслуговуючого персоналу.

Зайнятість при будівництві та монтажних роботах буде обмеженою і матиме тимчасовий характер, таким чином не представлятиме постійної зміни в зайнятості місцевого населення, чисельність якого за даними Далинської районної ради складає: с. Шевченкове – 2048, Мислівка – 312 осіб [166]. Загальна кількість робітників різних спеціальностей, що будуть залучені при спорудженні ВЕС складає 200 працівників. Для експлуатації впродовж принаймні 20 років будуть залучені кваліфіковані електротехнічні працівники, які можуть бути представниками місцевої громади чи інших районів. Зважаючи на це, вплив при будівництві помірноїмовірний, локальний, тривалий, незначної інтенсивності – незначний позитивний; при експлуатації – малоїмовірний, локальний, постійний, незначної інтенсивності – незначний позитивний.

Доходи. Під будівництво ВЕС в довготермінову оренду на 49 років виділені ділянки загальною площею 1,75 га. В результаті до місцевого бюджету надходитимуть кошти від орендної плати, а також податок на землю. Вплив високоїмовірний, локальний, постійний, незначної інтенсивності – незначний позитивний.

Комунальна інфраструктура. Номінальна потужність ВЕУ ВЕС «Шевченкове-1» складає 600 та 1300 кВт. Першою чергою ВЕС однією ВЕУ Nordex N43 600 кВт вироблено за 2018 р. 152 тис.кВт·год [14]. Дані показники *постачання електроенергії в мережу* не є оптимальними враховуючи розрахунки технічного потенціалу для даної ВЕУ на основі даних метеостанції Долина, де швидкість вітру менша (розділ 3). Передача електроенергії від 1 ВЕУ першої черги здійснюється через точку підключення до ПЛ 10 кВ на 520 м на північ від ВЕС, II черга передбачатиме будівництво ТП та під'єднання до ПЛ 35 кВ АТ «Прикарпаттяобленерго», що проходить паралельно до газопроводу та дороги Долина-Хуст на 760 м на захід від ВЕС [122]. Вплив високоїмовірний, регіональний, постійний, незначної інтенсивності – помірний позитивний.

Навантаження на транспортну мережу. Спорудження ВЕС зумовить додаткове навантаження на місцеву транспортну мережу. Проєктом передбачено на базі наявних ґрунтових доріг сільськогосподарського призначення створення мережі технологічних доріг для транспортування матеріалів та обладнання в період будівництва та для проїзду транспорту при експлуатації ВЕС. Планується використання сучасних екологічно чистих технологій будівництва (покриття доріг формується з наявного рекультивованого ґрунту та скріплюючого вапняного розчину, колір дорожнього покриття – зелений). Створення такої мережі доріг підвищить доступність ділянок лісового фонду для пожежних бригад. Ширина технологічних проїздів складає 5 м. Для забезпечення відведення дощових вод вздовж доріг облаштовуються рівчаки. Перевезення обладнання, будівельної техніки планується здійснювати дорогою національного значення Стрий-Івано-Франківськ Н-10 та регіональною дорогою Долина-Хуст Р-21. Вплив високоїмовірний, локальний, тривалий, незначної інтенсивності – помірний негативний.

Будівельні роботи зумовлюватимуть накопичення безпечних твердих відходів і, можливо, незначної кількості небезпечних відходів. Слід зазначити, що при виробництві електроенергії на ВЕС не використовується паливо, мастильні матеріали, хімічні речовини. Будівельне сміття після завершення будівельно-

монтажних робіт та побутові відходи в процесі експлуатації будуть зберігатися в спеціально відведених контейнерах із подальшим їх вивезенням [122]. Вплив високоїмовірний, тривалий, точковий, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Мінімальний вплив *на приймання та передачу електромагнітних сигналів* забезпечується тим, що лопаті ВЕУ ВЕС «Шевченкове-1» виготовлені з синтетичних матеріалів, а гондола добре ізольована. Достатня відстань від житлової забудови (більше 1 км) виключає можливість впливу на ТБ. Державіаслужба України погоджує місце розташування та висоту об'єктів на приаеродромній території, радіус якої залежно від класу аеродрому може сягати 50 км [150]. Відстань від ВЕС «Шевченкове-1» до найближчого міжнародного аеропорту «Івано-Франківськ» складає близько 60 км, що виключає вплив на цивільну та військову авіацію та необхідність проведення оцінки даного впливу.

Технологічний процес виробництва енергії ВЕС не передбачає *використання ресурсів*: паливних, водних тощо. Вилучення цінних земель, ерозії ґрунту від використання техніки будуть проявами *впливу на ресурси ґрунту*, який можливий при підготовці території будівництва та полягає у вийманні ґрунту при влаштуванні підземних частин споруд, зокрема фундаменту ВЕУ, дорожнього покриття, підземних мереж, а також родючого ґрунту для озеленення території. Типовими для території, на якій планується встановлення ВЕС, є буроземно-підзолисті ґрунти з низьким вмістом гумусу та складним гірським рельєфом. Зважаючи на вище наведене, вплив помірноїмовірний, точковий, тривалий, незначної інтенсивності – незначний негативний.

Впливу на *землекористування* немає оскільки ділянки під будівництво виділені в межах земель запасу с. Шевченкове.

Економія органічного палива. Електрична енергія на ВЕС виробляється без використання викопного палива, що забезпечує відповідне зменшення його споживання на теплових чи атомних електростанціях. Річний вітроенергетичний потенціал від однієї турбіни Nordex N43-600-125 43.0 на висоті 50 м за даними метеостанції Долина (за розрахунками п.п.3.8.3.2) складе 330,5 тис.кВт-год/рік або

40,7 т у. п. ВЕС «Шевченкове-1» розташована в кращих вітрокліматичних умовах, складатиметься з 4-х ВЕУ номінальною потужністю 600 кВт та 2-х – 1300 кВт, що дасть змогу більшої економії викопних ресурсів. Вплив високоїмовірний, регіональний, постійний, незначної інтенсивності – помірний позитивний.

Історико-культурна спадщина. На території прилеглих населених пунктів відсутні пам'ятки державного значення, однак є місцеві пам'ятки, зокрема містобудування та археології (дод. М) [167]. Жодного впливу відбуватиметься завдяки дотриманню достатніх відстаней від населених пунктів.

5.3.2 Зведена оцінка значущості впливів ВЕС «Шевченкове-1» на довкілля

Після характеристики впливів та визначення їх рівнів значущості для всіх компонентів довкілля було побудовано зведену таблицю для можливості порівняння та аналізу найбільш вагомих впливів (табл. 5.6).

В цілому ВЕС «Шевченкове-1» чинить на довкілля незначний негативний вплив.

Серед компонентів природного середовища помірного негативного впливу може зазнати орнітофауна через загибель птахів та кажанів, що охороняються при зіткненні з ВЕУ, витіснення видів з їх ареалів, вплив на мігруючих птахів. Моніторингові дослідження за змінами в популяціях при будівництві та експлуатації, фіксування фактів загибелі від ВЕУ та, за необхідності, зупинки ВЕУ, застосування заходів з попередження і відлякування птахів для зменшення ризиків у період міграції дадуть змогу пом'якшити ці впливи.

Щодо соціально-економічного середовища, то помірного негативного впливу може зазнати природний ландшафт через зменшення візуальної привабливості при встановленні ВЕУ та ПЛ. Оцінка даного впливу є досить суб'єктивною, оскільки не для всіх реципієнтів ВЕС чинять перешкоди для візуального сприйняття, а можуть сприйматися як елементи ландшафту чи

туристичні об'єкти. Зважаючи на невелику потужність ВЕС, позитивні впливи, а саме: постачання електроенергії в мережу, економія органічного палива, доходи від орендної плати та податків на соціально-економічну ситуацію будуть помірними.

Москальчук Наталія Михайлівна

Таблиця 5.6

Оцінка значущості впливу ВЕС «Шевченкове-1» на довкілля

Об'єкт впливу	Характеристика впливу	Пом'якшувальні заходи	Ймовірність	Просторовий масштаб	Тривалість	Інтенсивність	Значущість впливу
1	2	3	4	5	6	7	8
Природне середовище							-19 Помірний негативний вплив
<i>Повітря</i>							-7 Незначний негативний вплив
Забруднення повітря	Забруднення повітря від техніки і ТЗ під час будівництва ВЕС		Високо ймовірний 4	Точковий 1	Тривалий 3	Незначної інтенсивності -1	-12 Незначний негативний вплив
	Забруднення повітря при пожежах	Комплексу протипожежних заходів	Дуже мало ймовірний 1	Точковий 1	Коротко-тривалий 1	Слабкої інтенсивності -2	-2 Незначний негативний вплив
<i>Геологічне середовище</i>							-6 Незначний негативний вплив
Гірські породи	Розчищення ділянки та викопування ям для фундаменту та прокладання кабелів		Помірно-ймовірний 3	Точковий 1	Тривалий 3	Незначної інтенсивності -1	-9 Незначний негативний вплив
Зсувонебезпечні ділянки	Впливи на зони підвищеного ризику при будівництві	Організація поверхневого стоку за допомогою відкритої водовідвідної системи	Дуже мало ймовірний 1	Точковий 1	Тривалий 3	Незначної інтенсивності -1	-3 Незначний негативний вплив
<i>Ґрунти</i>							-12 Незначний негативний вплив
Склад ґрунту	Деградація внаслідок видалення рослинності	Рекультивация поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриття, створення мережі технологічних доріг на базі наявних ґрунтових доріг сільськогосподарського призначення	Помірно-ймовірний 3	Точковий 1	Тривалий 3	Слабкої інтенсивності -2	-18 Помірний негативний вплив
Забруднення ґрунту	Надходження шкідливих речовин під час будівництва	Розташування окремих огорожених майданчиків, де під накриттям зберігатимуться забруднюючі речовини, майданчика для зберігання земляних мас	Мало ймовірний 2	Точковий 1	Тривалий 3	Незначної інтенсивності -1	-6 Незначний негативний вплив

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	7	8
Води							-6 Незначний негативний вплив
Ресурси поверхневих вод	Зміна в обсягах поверхневого стоку через порушення ґрунтового та рослинного покриву	Організація поверхневого стоку за допомогою відкритої водовідвідної системи	Будівництво малоюмовірний 2	Точковий 1	Будівництво тривалий 3	Будівництво - Слабкої інтенсивності - 2	-12 Незначний негативний вплив
			Експлуатація дуже малоюмовірний 1		Експлуатація постійний 4	Експлуатація - Незначної інтенсивності - 1	-4 Незначний негативний вплив
Забруднення поверхневих вод	Надходження завислих речовин та забруднювачів, зміни у гідрохімічному режимі		Будівництво малоюмовірний 2	Точковий 1	Будівництво тривалий 3	Будівництво - Слабкої інтенсивності - 2	-12 Незначний негативний вплив
			Експлуатація дуже малоюмовірний 1		Експлуатація постійний 4	Експлуатація - Незначної інтенсивності - 1	-4 Незначний негативний вплив
Ресурси підземних вод	Збільшення надходження води в підземні води під час будівництва внаслідок порушення ґрунтового покриву.		Дуже малоюмовірний 1	Точковий 1	Коротко-тривалий 1	Незначної інтенсивності - 1	-1 Незначний негативний вплив
Забруднення підземних вод	Надходження забруднювачів в підземні води під час будівництва		Дуже малоюмовірний 1	Точковий 1	Коротко-тривалий 1	Незначної інтенсивності - 1	-1 Незначний негативний вплив
Флора, фауна та біорізноманіття							-36 Помірний негативний вплив
Флора	Порушення рослинного покриву при будівництві ВЕС	Вирубання лісів не передбачається	Високо-ймовірний 4	Точковий 1	Тривалий 3	Слабкої інтенсивності - 2	-24 Помірний негативний вплив
	Загоряння рослинності і лісів при пожежах	Комплекс протипожежних заходів	Дуже малоюмовірний 1	Точковий 1	Коротко тривалий 1	Помірної інтенсивності - 3	-3 Незначний негативний вплив
Види птахів, що охороняються	Витіснення з ареалів видів, що охороняються	Розташування поза межами об'єктів ПЗФ	Малоюмовірний 2	Локальний 2	Постійний 4	Слабкої інтенсивності - 2	-32 Помірний негативний вплив

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	7	8
	Загибель видів, що охороняються, через зіткнення з ВЕУ		Помірно-ймовірний 3	Місцевий 3	Постійний 4	Слабкої інтенсивності - 2	-72 Помірний негативний вплив
Мігруючі птахи	Втрата місць відпочинку та годівлі мігруючих птахів		Помірно-ймовірний 3	Місцевий 3	Постійний 4	Незначної інтенсивності - 1	-36 Помірний негативний вплив
	Зіткнення птахів з ВЕУ під час міграції		Помірно-ймовірний 3	Місцевий 3	Постійний 4	Незначної інтенсивності - 1	-36 Помірний негативний вплив
Кажани	Витіснення кажанів з їх ареалів	Розташування поза межами об'єктів ПЗФ	Помірно-ймовірний 3	Локальний 2	Постійний 4	Слабкої інтенсивності - 2	-48 Помірний негативний вплив
	Загибель кажанів		Помірно-ймовірний 3	Місцевий 3	Постійний 4	Слабкої інтенсивності - 2	-72 Помірний негативний вплив
Водні екосистеми	Погіршення якості водойм при будівництві через ерозію і поверхнево-зливовий стік	Організація поверхневого стоку за допомогою відкритої водовідвідної системи	Малоймовірний 2	Точковий 1	Будівництво тривалий 3	Будівництво - Слабкої інтенсивності - 2	-12 Незначний негативний вплив
Наземні екосистеми	Втрата природного середовища через вилучення земель під ВЕС	Розташування поза межами об'єктів ПЗФ, на землях запасу, без вирубки лісу, рекультивация поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриття	Високо-ймовірний 4	Точковий 1	Будівництво Тривалий 3	Слабкої інтенсивності - 2	-24 Помірний негативний вплив
Соціально-економічне середовище							7 Незначний позитивний вплив
<i>Ландшафти</i>							-4 Незначний негативний вплив
Ландшафти-об'єкти ПЗФ, неорганізовані мальовничі ландшафти	Зменшення візуальної привабливості території через встановлення ВЕУ та ПЛ	Розташування поза межами об'єктів ПЗФ	Високо-ймовірний 4	Локальний 2	Постійний 4	Незначної інтенсивності - 1	-32 Помірний негативний вплив

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	7	8
	Підвищення туристичного попиту території у зв'язку з зацікавленістю новими об'єктами		Помірно-ймовірний 3	Локальний 2	Постійний 4	Незначної інтенсивності - 1	+24 Помірний позитивний вплив
Здоров'я населення							--9 Незначний негативний вплив
Шум	Вплив на здоров'я від техніки й транспорту під час будівництва	Проведення робіт у денний час, використання індивідуальних засобів захисту	Високо-ймовірний 4	Точковий 1	Тривалий 3	Незначної інтенсивності - 1	-12 Незначний негативний вплив
	Вплив на здоров'я від ВЕУ при експлуатації	Розташування ВЕС на відстані близько 1 км від найближчої забудови	Малоймовірний 2	Локальний 2	Постійний 4	Незначної інтенсивності - 1	-16 Незначний негативний вплив
Вібрації, електромагнітне випромінювання		Розташування ВЕС на відстані близько 1 км від найближчої забудови	Малоймовірний 2	Точковий 1	Постійний 4	Незначної інтенсивності - 1	-8 Незначний негативний вплив
Мерехтіння тіні		Розташування ВЕС на відстані близько 1 км від найближчої забудови	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0
Розкидання льоду			Дуже малоймовірний 1	Точковий 1	Постійний 4	Слабкої інтенсивності - 2	-8 Незначний негативний вплив
Соціально-економічна ситуація							+17 Помірний позитивний вплив
Зайнятість та доходи	Зайнятість місцевого населення при будівництві та експлуатації		Будівництво - Помірно-ймовірний 3 Малоймовірний 2	Локальний 2	Будівництво Тривалий 3 Експлуатація - Постійний 4	Незначної інтенсивності 1	+18 Помірний позитивний вплив +16 Незначний позитивний вплив
	Доходи від орендної плати та податків		Високо-ймовірний 4	Локальний 2	Постійний 4	Незначної інтенсивності 1	+32 Помірний позитивний вплив
Комунальна інфраструктура	Постачання електроенергії в мережу		Високо-ймовірний 4	Регіональний вплив 4	Постійний 4	Незначної інтенсивності 1	+64 Помірний позитивний вплив

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	7	8
	Навантаження на місцеву транспортну мережу при будівництві	Створення мережі технологічних доріг на базі наявних ґрунтових доріг с/г призначення. Використання сучасних технологій будівництва	Високо-ймовірний -4	Локальний -2	Тривалий 3	Незначної інтенсивності -1	-24 Помірний негативний вплив
	Відходи		Високо-ймовірний 4	Точковий 1	Тривалий 3	Незначної інтенсивності -1	-12 Незначний негативний вплив
	Перешкоджання прийому та передачі електромагнітних сигналів	Достатня віддаленість від житлової забудови, аеропортів	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0
Використання ресурсів	Втрата родючих ґрунтів через вилучення земель для будівництва, ерозії ґрунту від використання техніки	Розташування ВЕС на землях запасу. Рекультивация поверхневого шару ґрунту та відновлення рослинного покриття, створення мережі технологічних доріг на базі наявних ґрунтових доріг сільськогосподарського призначення	Помірно-ймовірний 3	Точковий 1	Тривалий 3	Незначної інтенсивності 1	-9 Незначний негативний вплив
	Економія органічного палива		Високо-ймовірний 4	Регіональний вплив 4	Постійний 4	Незначної інтенсивності 1	+64 Помірний позитивний вплив
Історико-культурна спадщина			Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0	Вплив відсутній 0

Висновки до розділу 5

В цілому ВЕС «Шевченкове-1» чинить на довкілля незначний негативний вплив. Зважаючи на те, що бальна оцінка не має на меті представлення конкретної числової величини, а визначення рівня впливу для прийняття рішень про прийнятність реалізації планованої діяльності, то слід зауважити наступне:

1. У зв'язку з відносною близькістю розташування до лісів та водних об'єктів помірного негативного впливу від ВЕС «Шевченкове-1» може зазнати орнітофауна: загибель птахів та кажанів, що охороняються через зіткнення з ВЕУ, витіснення видів з їх ареалів, вплив на мігруючих птахів. Тому необхідними є постійні моніторингові дослідження при будівництві та експлуатації за змінами в популяціях, фіксування фактів загибелі від ВЕУ та, за необхідності, зупинки ВЕУ чи застосування заходів з попередження і відлякування птахів для зменшення ризиків у період міграції.
2. Помірним негативним впливом буде зменшення візуальної привабливості природної території через встановлення ВЕУ та ПЛ, що обумовлене в основному тривалістю, оскільки відбуватиметься впродовж всієї експлуатації об'єкту. Даний вплив дещо компенсується підвищенням туристичного попиту території.
3. Помірними позитивними впливами на соціально-економічну ситуацію будуть постачання електроенергії в мережу, економія органічного палива, доходи від орендної плати та податків.
4. Відсутність негативного впливу на здоров'я людей від експлуатаційних шумів ВЕС в межах житлової забудови підтверджено даними теоретичного прогнозування та експериментальних замірів рівня шуму від ВЕУ Nordex N43 600, яка встановлена в першій черзі ВЕС «Шевченкове-1». 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.

Основні положення цього розділу викладені в публікаціях автора [172, 177, 186, 187].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішене актуальне науково-технічне завдання щодо підвищення рівня екологічної безпеки при реалізації проєктів вітрової енергетики для Карпатського регіону шляхом удосконалення окремих етапів процедури ОВД та геопросторового планування території проєктованої діяльності, зокрема:

1. Запропоновано методику оцінки значущості впливів від реалізації проєктів відновлювальної енергетики як складової процедури ОВД шляхом поєднання бального методу при визначенні параметрів ймовірності, просторового масштабу, тривалості та інтенсивності й методу таблиць та матриць для порівняння впливів, етапів планованої діяльності та альтернатив, що дає змогу виявити рівень впливів для прийняття рішень про провадження проєктів. Реалізовано методику на прикладі ВЕС «Шевченкове-1» та встановлено, що вплив ВЕС на довкілля є незначним негативним, що не є перешкодою для планованої діяльності. На основі експериментальних даних та відомих показників звукової потужності отримано функціональні залежності між рівнем звуку від ВЕУ Nordex N43 600 та відстанню.

2. Набули подальшого розвитку наукові підходи до зменшення впливів ВЕУ на орнітофауну, що дало змогу розробити технічні рішення, а саме, спосіб відлякування птахів від вітрових турбін ВЕС, підтверджений патентом на корисну модель.

3. Проведено оцінку вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону. Встановлено зменшення середніх швидкостей вітру та зміни у річному ході швидкості вітру у сучасному періоді на всіх метеостанціях. Побудовано карти середньої швидкості вітру на висотах 10, 30, 50, 70, 100 м. Запропоновано класифікацію перспективності швидкостей вітру для цілей вітроенергетики. Встановлено, що низька повторюваність вітрів зі швидкістю понад 25 м/с, при яких не можлива робота ВЕУ, не впливатиме на показники виробітки електроенергії ВЕС. Виявлено територіальні закономірності переважання вітрів

певних напрямів: для передгірних районів характерне переважання вітрів західних та східних румбів; у гірських районах переважають вітри різних напрямів; для Закарпатської низовини характерні вітри південних та північних румбів. Визначено повторюваності перспективних для роботи ВЕУ швидкостей: частка швидкостей вітру від 3 м/с в середньому складає 26%; від 4 м/с – 17%; від 5,5 м/с – 7%. Запропоновано класифікацію перспективних територій за вітроенергетичним потенціалом. Розраховано питому потужність вітру, питомий вітроенергетичний потенціал та виділено території зі сприятливими вітрокліматичними умовами. Встановлено, що річний вітроенергетичний потенціал на перспективних територіях Карпатського регіону від ВЕУ великої потужності – Vestas V112-3.3MW може складати від 4,7 до 10 млн кВт·год/рік або від 579 до 1225 т у.п.; середньої – Nordex N43-600-125 43.0 – від 256 до 382 тис.кВт·год/рік або від 31,5 до 47 т у.п.; малої – FLAMINGO AERO-6.7 – 3,2-4,3 тис.кВт·год/рік.

4. Удосконалено алгоритм вибору майданчика розташування ВЕС шляхом використання ГІС та ДЗЗ при екологічно безпечному геоплануванні території, який включає вибір досліджуваної території зі сприятливими кліматичними умовами, врахування геопросторових обмежень на досліджуваній території та виділення перспективних майданчиків розташування ВЕС. Теоретично обґрунтовано врахування трьох типів обмежень: орографічних, технічних (дорожньої мережі та енергомережі), природних екологічних (ПЗФ, водні об'єкти, ліси) та соціально-економічних екологічних (населені пункти, аеродроми) шляхом встановлення геопросторових виключень та екологічно безпечних відстаней. Застосовано алгоритм вибору майданчика розташування ВЕС для Івано-Франківської області. Побудовано покомпонентні, комплексну карти геопросторових обмежень досліджуваної території та карту перспективних майданчиків розташування ВЕС. 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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Договір про заснування Енергетичного Співтовариства від 25.10.2005 р. № 994_926. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_926.
2. Протокол про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства від 15.12.2010 р. № 994_a27 URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a27.
3. Про стратегію сталого розвитку «Україна–2020»: Указ Президента України від 12.01.2015 р. № 5/2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>.
4. Про схвалення енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: Розпорядження кабінету міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р. URL: <https://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>
5. Про національний план дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 року: Розпорядження кабінету міністрів України від 01.10.2014 р. № 902-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-p>.
6. Про стратегію регіонального розвитку Івано-Франківської області на період до 2020 року»: Рішення Івано-Франківської обласної ради від 17.10.2014 р. №1401-32/2014. URL: http://www.if.gov.ua/files/SP_IF_oblast_4.pdf.
7. Інформація про роботу електроенергетичного комплексу за 12 місяців 2018 року. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України: веб-сайт. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245337827&cat_id=245183225
8. Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей. *НЕК «Укренерго»*: веб-сайт. URL: https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/04/ZvitAdekvatnostiGenPotuzhnostej_31_03_2019.pdf.
9. Звіт про результати діяльності НКРЕКП у 2018 році. *Національна комісія що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг*: веб-сайт. URL: http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/Catalog3/Richnyi_zvit_NKREKP_2018.pdf.
10. Cost competitive renewable power generation: potential across SEE. *IRENA – International Renewable Energy Agency*: веб-сайт. URL: <https://www.irena.org/publications/2017/Jan/Cost-competitive-renewable-power-generation-Potential-across-South-East-Europe>.

11. Вітроенергетика. *Держенергоефективності*: веб-сайт. URL: <http://sae.gov.ua/ae/windenergy>.
12. Про електроенергетику: Закон України від 16.10.1997 р. Дата оновлення: 01.01.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/575/97-вр>.
13. Українська вітроенергетична асоціація: веб-сайт. URL: <http://uwea.com.ua>.
14. Інформація про об'єкти альтернативної енергетики, яким встановлено "зелений" тариф (станом на 01.01.2019). *Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП)*: веб-сайт. URL: http://www.nerc.gov.ua/data/filesearch/elektro/energo_pidpnyemstva/stat_info_zelenyi_taryf/2018/stat_zelenyi-taryf.12-2018.pdf.
15. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 р. № 555-IV. Дата оновлення: 09.08.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.
16. Про енергозбереження: Закон України від 01.07.1994 р. № 74/94-ВР. Дата оновлення: 23.07.2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр>.
17. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України від 17.02. 2011 р. № 3038-VI. Дата оновлення: 22.05.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>.
18. Про приєднання України до Статуту Міжнародного агентства з ВДЕ (IRENA): Закон України від 05.12.2017 р. № 2222-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2222-19>.
19. Про охорону навколишнього середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII. Дата оновлення: 12.10.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.
20. Земельний кодекс України: Закон України від 25.10.2001 р. № 2768-III. Дата оновлення: 09.08.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>.
21. Водний кодекс України: Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. Дата оновлення: 18.12.2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
22. Лісовий кодекс України: Закон України від 21.01.1994 р. № 3852-XII. Дата оновлення: 01.01.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12>.
23. Кодекс України про надра: Закон України від 27.07.1994 р. № 132/94-ВР. Дата оновлення: 04.04.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-вр>.
24. Про природно-заповідний фонд України: Закон України від 16.06. 1992 р. № 2456-XII. Дата оновлення: 19.04.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12>.

25. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІр. Дата оновлення: 18.12.2017 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>.
26. Про тваринний світ: Закон України від 13.12.2001 р. № 2894-ІІІ. Дата оновлення: 04.10.2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2894-14>.
27. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від від 23.05.2017 р. № 2059-VІІІ. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>.
28. Про стратегічну оцінку: Закон України від 20.03.2018 р. № 2354-VІІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19>.
29. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. [Чинний від 2004-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держбуд України, 2004. 23 с.
30. Адаменко Я.О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 21.06.01. Івано-Франківськ, 2006. - 39 с.
31. APENA – Підтримка України в апроксимації напрацьованого законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища: веб-сайт. URL: <http://env-approx.org/index.php/ua>.
32. Методичні рекомендації із проведення оцінки впливу на довкілля. APENA – Підтримка України в апроксимації напрацьованого законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища: веб-сайт. URL: http://env-approx.org/images/documents/220/Attach_15.pdf.
33. Guidance on the preparation of the Environmental Impact Assessment Report. *European Commission*: веб-сайт. URL: http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA_guidance_EIA_report_final.pdf.
34. Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02011L0092-20140515>.
35. Адаменко Я.О. Оцінка впливів на навколишнє середовище: навчальний посібник. Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2014. 284с.
36. The State of Environmental Impact assessment practice in the UK. *IEMA*: веб-сайт. URL: <https://www.iema.net/assets/uploads/Special%20Reports/iema20special20report20web.pdf>.

37. Guidance on Scoping. *European Commission*: веб-сайт. URL: http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA_guidance_Scoping_final.pdf.
38. IMPERIA project. *University of Jyväskylä*: веб-сайт. URL: <https://www.jyu.fi/science/en/bioenv/research/natural-resources-and-environment/imperia-project>
39. Методичні рекомендації із здійснення стратегічної екологічної оцінки документів державного планування. *Міністерство екології та природних ресурсів України*: веб-сайт. URL: https://menr.gov.ua/files/docs/nakazy/2018/nakaz_296.pdf.
40. Стратегічний екологічний аналіз. *Програма фінансування альтернативної енергетики в Україні*: веб-сайт. URL: <http://www.uself.com.ua/index.php?id=33&L=2>.
41. Environmental Impact Assessment for Wind Farm Developments. A Guideline Report. 2012. URL: <http://www.cedro-undp.org/content/uploads/publication/141010033252636~Environmental%20Impact%20Assessment%20for%20Wind%20Farm%20Developments.pdf>.
42. An Assessment of the Landscape Sensivity to On-shore Wind Energy & Large-scale Photovoltaic Development in Cornwall. 2011. URL: https://www.cornwall.gov.uk/media/6162126/Annex-1-Complete_low-res_.pdf
43. Guidance Assessing the Cumulative Impact of Onshore Wind Energy Developments. 2012. URL: <https://www.nature.scot/sites/default/files/2017-09/Guidance%20note%20%20-%20Assessing%20the%20cumulative%20impact%20of%20onshore%20wind%20energy%20developments.pdf>.
44. Guideliness on the Environmental Impact Assessment for Wind Farms. Belgrade. 2010. URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/eia/documents/EIAGuides/Serbia_EIA_windfarms_Jun10_en.pdf.
45. Pastakia C. M. Jensen A. The rapid impact assessment Matrix (RIAM) for EIA. VKI Institute for the Water Environment, 1998. URL: https://moradi-env.iut.ac.ir/sites/moradi-env.iut.ac.ir/files/files_course/the_rapid_impact_assessment.pdf.
46. Методические рекомендации по проведению оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при разработке предплановой (прединвестиционной), предпроектной и проектной документации, предусматривающей создание (развитие, реконструкцию, консервацию, ликвидацию). 2010. URL: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31676535#pos=0;200.

47. A procedure for evaluating environmental impact / L. B. Leopold, F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, J. R. Balsley. URL: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/cir645>.
48. Josimovic B., Petric J., Milijic S. The Use of the Leopold Matrix in Carrying Out the EIA for Wind Farms in Serbia. *Energy and Environment Research*. 2014. URL: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/eeer/article/view/34615>.
49. Орлівська вітроелектростанція. *Міністерство екології та природних ресурсів України*: веб-сайт. URL: <http://eia.menr.gov.ua/places/view/3>.
50. Сколівська вітрова електростанція. *Міністерство екології та природних ресурсів України*: веб-сайт. URL: <http://eia.menr.gov.ua/places/view/604>.
51. Дністровська вітроелектростанція. *Міністерство екології та природних ресурсів України*: веб-сайт. URL: <http://eia.menr.gov.ua/places/view/881>.
52. Південно-Українська вітроелектростанція. *Міністерство екології та природних ресурсів України*: веб-сайт. URL: <http://eia.menr.gov.ua/places/view/1407>.
53. Рожнятівський район Івано-Франківська область. *Міністерство екології та природних ресурсів України*: веб-сайт. URL: <http://eia.menr.gov.ua/places/view/674>.
54. Посібник для девелоперів. *Програма фінансування альтернативної енергетики в Україні* : веб-сайт URL: http://www.uself.com.ua/fileadmin/documents/USELF-UA_13_06_2014.pdf.
55. Stevenson R. Environmental Impact Assessment for Wind farms. URL: <https://www.yumpu.com/en/document/view/38857102/environmental-impact-assessment-for-wind-farms>.
56. Wind Turbine Visibility and Visual Impact Threshold Distances in Western Landscapes. URL: <http://blmwyomingvisual.anl.gov/docs/WindVITD.pdf>
57. Hötter H. The impact of repowering of wind farms on birds and bats. *Berghusen*, 2006. URL: https://berghusen.nabu.de/imperia/md/images/berghusen/impact_of_repowering.pdf.
58. Zielinski P., Bela G., Marchlewski A. Report on monitoring of the wind farm impact on birds in the vicinity of Gniedewo (gmiana Puck, pomorskie voivodeship). Gdansk, 2010. 31 с.
59. Wind Turbines and Health: A Critical Review of the Scientific Literature / R. J. McCunney, K. A. Mundt, W. Colby and other. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2014. Volume 56, Issue 11. p. e108–e130

60. Запорожець О.І., Литвинюк А. В. Розрахунок відстані від вітроенергетичних установок для зменшення ефекту мерехтіння тіней на здоров'я людини. *Наукоємні технології*. 2012, № 4 (16). С. 121-126
61. Björn Montgomerie. Ice ejection from rotating wind turbine blades. Ground impact probability distributions and danger level estimate. 2014. URL: http://windren.se/WW2014/P15_101_A%20tool%20for%20the%20assessment%20of%20stochastic%20danger%20levels%20from%20ice%20ejected%20from%20wind%20turbine%20blades.pdf
62. Measuring electromagnetic fields (EMF) around wind turbines in Canada: is there a human health concern? / L. C. McCallum, M. L. Whitfield Aslund, L. D. Knopper and other. *Environ Health*. 2014. URL: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-13-9>.
63. Дідковський В., Коржик О., Тонкаль І. Пристрій для біоакустичного відлякування птахів. *База патентів України*. URL: <http://uapatents.com/2-10193-pristriij-dlya-bioakustichnogo-vidlyakuvannya-ptakhiv.html>.
64. Kreithen M. Method and system for warning birds of hazards. *Google Patents*. URL: <https://patents.google.com/patent/US5774088A/en>.
65. Instruments and Methods of Observation. *World Meteorological Organization*: веб-сайт. URL: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html>.
66. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. *Державна гідрометеорологічна служба*. 2011. URL: https://meteo.gov.ua/files/content/docs/meteo_kerdoc/Настанова%20метео.pdf
67. Руководство по сдвигу ветра на малых высотах. *Международная организация гражданской авиации*. 2005. URL: https://meteo.gov.ua/files/content/docs/docs%20VMO%20КАО/Дос%209817_Руков%20по%20сдвигу%20ветра_1ed_%202005_ru.pdf
68. Анапольская Л.Е., Гандин Л.С. Ветроэнергетические ресурсы и методы их оценки. М.:Метеорология и гидрология, 1978. №7. С. 11-17
69. Ветроэнергетика / Под ред. Д. де Рензо: Пер. с англ.; под ред. Я. И. Шефтера. М.: Энергоатомиздат, 1982. 272 с., ил
70. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. М.:Энергоатомиздат, 1983. – 199 с.
71. Ярас А. Энергия ветра: Пер. с англ. / Под ред. Я.И. Шефтера. М.: Мир, 1982. 256 с.

72. Основи вітроенергетики: підручник / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Циценков. Д.: НГУ, 2015. 335 с.
73. Kaltschmitt M., Streicher W., Wiese A. Renewable Energy. Technology, Economics and Environment. Springer. 2007. URL: <https://actualidadunah.files.wordpress.com/2009/08/renewable-energy-technology-economics-and-environment-m-kaltschmitt-et-al-springer-2007.pdf>.
74. Кліматичний кадастр України. *Центральна геофізична обсерваторія*: веб-сайт. URL: <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadastr>.
75. Клімат України / За редакцією В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченка. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
76. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України / С. О. Кудря, Л. В. Яценко, Г. П. Душина та ін. Київ, 2001. 41 с.
77. Будзак В. М. Еколого-економічні проблеми використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (на прикладі вітрової енергії) : автореф. дис. ... канд. ек. наук :08.08.01. Київ, 2000.
78. Величко С. А. Енергетика навколишнього середовища України (з електронними картами): навчально-методичний посібник для магістрантів. Харків: Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна, 2003. 52 с.
79. Величко С. А. Природно-ресурсне забезпечення гібридних геліо-вітроенергетичних систем (в межах рівнинної території України): автореф. дис. канд. геогр. наук: 11.00.11. Харків, 2006. - 20 с.
80. Волковая О. О. Природно-ресурсний потенціал території для розміщення вітроагрегатів: топічний рівень : автореф. дис. канд. геогр. наук : 11.00.11. Харків. Харків, 2018. 20 с. : рис., табл.
81. Головка В.М. Рациональное использование энергии солнечной радиации та вітру в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва: автореф. дис. д-ра техн. наук.: 05.09.16. К., 2003. 33 с.: рис.
82. Дмитренко Л. В., Барандіч С. Л. Вітроенергетичні ресурси в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2007. №256. С. 166–173.
83. Кузнецов М. П. Імовірнісні характеристики потужності вітроелектричних станцій у складі електроенергетичної системи : автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.14Київ, 2015. 39 с.

84. Молодан Я. Є. Сучасні підходи до оцінки та аналізу основних вітрових характеристик для цілей вітроенергетики. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2013. С. 115–120.
85. Некос А.Н., Молодан Я.Є. Оцінка вітрового режиму території Харківської області для цілей вітроенергетики *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2012. № 3-4. С. 69-76.
86. Рамазанова З. У. Методи прогнозування вітрового енергетичного потенціалу регіону: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.14.08. Київ, 2007. 16 с.
87. Точений В.А. Моделі і методи розрахунку техніко-економічних характеристик вітрових електростанцій : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.14.08. Київ, 2015. 19 с.: табл.
88. Макаровский Е. Л., Зинич В. О. Методика оценки ветрового энергетического потенциала. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2012. Вип. 34. С. 211-228.
89. Швень Н. І. Про приведення швидкості вітру до умов відкритого рівного. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2006. Вип. 255. С. 97–13.
90. CARPATCLIM - Climate of the Carpathian region: веб-сайт. URL: <http://www.carpatclim-eu.org/pages/home>
91. Вітроенергетичні ресурси Українських Карпат / В. Осадчий, О. Скриник, О. Скриник, Р. Радченко. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. 2014. №266. С. 3–11.
92. Адаменко Я.О., Михайлів М.І, Долгополий В.О. Вітроенергетичні ресурси Карпатського регіону. *Нетрадиційні енергоресурси та екологія України*: зб. наук. праць. К.: Манускрипт, 1996. С. 23-26.
93. Адаменко Я.О. Обґрунтування найкращих технологій використання вітрової енергії доступних для впровадження у Карпатському регіоні. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2016. № 1. С. 149-157
94. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: монографія / О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютко, М. Михайлів. Івано-Франківськ: ІМЕ, 2001. 432 с.
95. Габрель М. С. Особливості використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергозбереження у промисловості регіону. *Інноваційна економіка*. 2013. №2. (40) – С. 101–106.

96. Михайлів М. І. Підвищення екологічної безпеки електроенергетики Карпатського регіону з використанням нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії : автореф. дис .д-ра техн. наук: 21.06.01. Івано-Франківськ, 2012. 38 с
97. Михайлів М.І., Лижичка Б.М. Перешкоди розвитку поновлюваних та нетрадиційних джерел енергії в Карпатському регіоні та шляхи їх подолання. *Нетрадиц. і понов.джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні*: матер. другої міжнар. наук.-практ. конф., Львів, 19-20 червня 2003 р. Львів, 2003. С. 16-17.
98. До питання методології екологічно безпечного використання відновлюваних джерел енергії на прикладі МГЕС / С. В.Качала, Л. М. Архипова, О. М. Мандрик, М. М. Приходько. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористання*. 2017. №2(16). – С. 164–172.
99. Induction of the Carpathian Region Environmental Safety Level Change using the Alternative Sources of Energy / O.Mandryk, Y. Adamenko, L. Arkhipova, O. Maniuk . *Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare Series D: Mining, Mineral Processing, Non-Ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering*. 2016. Vol. XXX №1. С. 65.
100. Renewable energy sources for sustainable tourism in the Carpathian region / O. M.Mandryk, L. M. Arkhypova, O. V. Pobigun, O. R. Maniuk. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/144/1/012007/pdf>.
101. Лавний В. В., Лессіг Г. Характеристика штормових вітрів в Українських Карпатах. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 2006. №32. С. 118-125.
102. Ресурсы ветровой энергии Мурманской области и возможности их промышленного использования / В. А. Минин, Г. С. Дмитриев, Е. А. Иванова и др. URL: <https://docplayer.ru/45185-Resursy-vetrovoy-energii-murmanskoy-oblasti-i-vozmozhnosti-ih-promyshlennogo-ispolzovaniya-1.html>.
103. Журавлев Г. Г. Оценка ветро-энергетического потенциала Томской области. URL: <http://sun.tsu.ru/mminfo/000063105/274/image/274-141.pdf>.
104. Косторізова Н. О., Дубровська В. В., Шкляр В. І.. Статистичний аналіз результатів вимірів швидкості вітру. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2014. №2. С. 52–56.

105. Молодан Я. Є. Конструктивно-географічний підхід до аналізу просторових закономірностей розміщення об'єктів вітроенергетики. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, Серія «Екологія»*. 2013. URL: http://journals.uran.ua/visnukkhnu_ecology/article/view/21157/18686.
106. Некос А. Н., Молодан Я. Є. Застосування геоінформаційних систем при вирішенні завдань просторового планування вітроенергетики. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, Серія «Екологія»*. 2014. URL: http://journals.uran.ua/visnukkhnu_ecology/article/view/25463/33201.
107. Aydin N.Y., Kentelb E., Duzgun S. GIS-based environmental assessment of wind energy systems for spatial planning: A case study from Western Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2010. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109001610>.
108. Baban S., Parry T. Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. *Renewable Energy*. 2001. URL: https://www.researchgate.net/publication/37357153_Developing_and_applying_a_GIS-assisted_approach_to_locating_wind_farms_in_the_UK.
109. Location Selection for Wind Farms Using GIS Multi-Criteria Hybrid Model: An Approach Based on Fuzzy and Rough Numbers / D. Pamučar, L. Gigovic, Z. Bajić, M. Janošević. *Sustainability*. 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/318741507_Location_Selection_for_Wind_Farms_Using_GIS_Multi-Criteria_Hybrid_Model_An_Approach_Based_on_Fuzzy_and_Rough_Numbers.
110. Miller A. A Geospatial Approach for Prioritizing Wind Farm Development in Northeast Nebraska, USA. *International Journal of Geo-Information*. 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/264040834_A_Geospatial_Approach_for_Prioritizing_Wind_Farm_Development_in_Northeast_Nebraska_USA.
111. Sliz-Szkliniarz B., Vogt J. GIS-based approach for the evaluation of wind energy potential: A case study for the Kujawsko–Pomorskie Voivodeship. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032110004144>.
112. van Haaren R., Fthenakis V. GIS-based wind farm site selection using spatial multi-criteria analysis (SMCA): Evaluating the case for New York State. *Renewable and Sustainable*

Energy Review. 2011. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211100147X>.

113. G. K. Batchelor. *An Introduction to Fluid Dynamics*. URL: <https://www.cambridge.org/core/books/an-introduction-to-fluid-dynamics/18AA1576B9C579CE25621E80F9266993#fndtn-information>

114. Flock Free Bird Control: веб-сайт. URL: <https://flockfree.com/products/v-rad-sound-cannon>

115. Український гідрометеорологічний центр: веб-сайт. URL: <https://meteo.gov.ua/>.

116. ТОВ «Розклад Погоди»: веб-сайт. URL: <http://rp5.ua/>.

117. ДСТУ 3896:2007. Вітроенергетика. Вітроенергетичні установки та вітроелектричні станції. Терміни та визначення понять. [Чинний від 01.01.2009] К. : Держстандарт України, 2008. 28 с

118. Beychok M. *Fundamentals Of Stack Gas Dispersion*. 4th Edition, 2005. URL: https://archive.org/details/FundamentalsOfStackGasDispersion_201411.

119. Вітроелектростанція Старий Самбір ВЕС-1. *Еко-Оптіма*: веб-сайт. URL: <http://www.ecooptima.com.ua/ecoo/projects/vitroelektrostantsiya-stariy-sambir-ves-1/>.

120. Vestas V112-3.3 MW Product Brochure. URL: https://www.nhsec.nh.gov/projects/2013-02/documents/131212appendix_15.pdf.

121. Про затвердження Методики розрахунку показника енергоємності валового регіонального продукту: Наказ Держенергоефективності України від 21.07.11 № 63. URL: <http://saee.gov.ua/uk/regulations>

122. Андрусишин Р.П. Детальний план території земельних ділянок під будівництво та обслуговування вітрової електростанції в урочищі Обідний в с.Шевченкове, Шевченківської сільської ради Долинського району Івано-Франківської області. Львів, 2015. 27 с

123. Nordex N43 600-125 43.0. URL: <http://www.kulak.com.pl/Wiatraki/pdf/nordex%20n43.pdf>.

124. Nordex N43 Power curve. URL: <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/390-nordex-n43#powercurve>.

125. Ветрогенератор СВ-6.7/1000. URL: http://mirvetra.com.ua/vetrogenerator_6_7.html.

126. ДБН В.1.1-24:2009. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист від небезпечних геологічних процесів.

Основні положення проєктування. [Чинний від 01.01.2011]. URL: http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_1_1_24_2009/1-1-0-786.

127. Кузьменко Е. Д., Штогрин Л. В., Чепурний І. В. Аналіз впливу геологічної будови гірських порід на характеристики зсувів. Геодинаміка. 2014. №2. С. 112–124.

128. ДБН В.1.1-46:2017. Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення. [Чинний від 01.11.2017]. URL: http://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_1_1_46/1-1-0-1779

129. Røkenes K. Investigation of terrain effects with respect to wind farm siting. Thesis for the degree of philosophiae doctor. Norwegian University of Science and Technology. 2009. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/52098029.pdf>.

130. Природа Івано-Франківської області / Під. ред. Геренчука К. І. Львів: Вища школа, 1973. 160 с

131. Мережі Укренерго. НЕК «Укренерго»: веб-сайт. URL: <https://ua.energy/about/merezhi-ukrenergo/>

132. Карта приєднання. НЕК «Укренерго»: веб-сайт. URL: https://ua.energy/karta-pryyednannya/?am=false&vde=vde_ves&reflecti=regions&ps=false

133. Природно-заповідний фонд України: веб-сайт. – URL: <http://pzf.menr.gov.ua/>

134. Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів від 02.02.1971. Чинний для України з 15.11.1997 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_031

135. Порядок надання водно-болотним угіддям статусу водно-болотних угідь міжнародного значення: Постанова КМУ від 29.08.2002 р. № 1287. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1287-2002-%D0%BF>.

136. Водно-болотні угіддя України: веб-сайт. URL: <http://wetlands.biomon.org/>

137. Ukraine. *BirdLife International*: веб-сайт URL: <http://datazone.birdlife.org/country/ukraine/ibas>

138. Ліси Івано-Франківщини. *Івано-Франківське обласне управління лісового та мисливського господарства*: веб-сайт. URL: <http://www.ifforestry.gov.ua/lisi-ivano-frankivshchini>

139. Праліси, квазіпраліси та природні ліси України: веб-сайт. URL: <http://gis-wwf.com.ua/>

140. Hansen H S. GIS-based multi-criteria analysis of wind farm development. 2005. URL: https://www.researchgate.net/publication/228589550_GIS-based_multi-criteria_analysis_of_wind_farm_development.
141. Господарський кодекс: Закон України від 16.01.2003 р. № 436-IV. Дата оновлення: 07.02.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15>
142. Про внесення змін до розпорядження голови держадміністрації: Розпорядження Івано-Франківської ОДА № 62 від 03.02.1997 р.
143. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. [Дата оновлення 07.03.2019] URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96>
144. ДБН В.1.1-31:2013 2014. Захист територій, будинків і споруд від шуму. [Чинний від 01.06.2014] URL: http://www.acoustic.ua/img/pdfs/pdf_file_131.pdf
145. Розвиток вітроенергетики та гігієнічні проблеми щодо розміщення будівництва та експлуатації вітрових електростанцій в Україні / Кіреїва І.С. та ін. ДУ ІГМЕ. Гігієна населених місць. № 59, 2012. С 3-13
146. Update of UK Shadow Flicker Evidence Base Final Report. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48052/1416-update-uk-shadow-flicker-evidence-base.pdf
147. Cave S. Wind Turbines: Planning and Separation Distances. Northern Ireland Assembly. 2013. URL: <http://www.niassembly.gov.uk/globalassets/documents/raise/publications/2013/environment/12813.pdf>
148. Головне управління статистики в Івано-Франківській області веб-сайт. URL: <http://www.ifstat.gov.ua/>
149. Повітряний кодекс України: Закон України від 19.05.2011 р. № 3393-VIр. № 436-IV. Дата оновлення: 04.11.2018 р.– URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17>
150. Про затвердження порядку погодження місця розташування та висоти об'єктів на приаеродромних територіях та об'єктів, діяльність яких може вплинути на безпеку польотів і роботу радіотехнічних приладів цивільної авіації: Наказ міністерства інфраструктури України від 30.11.2012р. № 721. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2147-12>
151. CAP 764: Policy and Guidelines on Wind Turbines. Civil Aviation Authority. 2016. URL: <https://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?catid=1&pagetype=65&appid=11&mode=detail&id=5609>.

152. Рожнятівський район Івано-Франківська область. *Міністерство екології та природних ресурсів України*: веб-сайт. URL:<http://eia.menr.gov.ua/places/view/674>
153. Land-Use Requirements of Modern Wind Power Plants in the United States. *National Renewable Energy Laboratory*. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy09osti/45834.pdf>
<https://www.nrel.gov/docs/fy09osti/45834.pdf>
154. Звітні матеріали Державного кадастру природно-заповідного фонду України станом на 01.01.2013. URL: http://old.menr.gov.ua/images/blog/news/27_04_2015/kadastr.docx
155. Мій рідний край – Прикарпаття: навч. посібник, Івано-Франківськ. 2000. 358 с.
156. ДП «Вигодське лісове господарство»: веб-сайт. URL: <http://www.vygodalis.com/>
157. Атлас міграції птахів України (складений за даними кільцювання). Київ. 2016. URL: <http://mail.izan.kiev.ua/atlas%20of%20bird%20migration-ua-2016.pdf>.
158. Грищенко В. Н. Пролётные пути и эволюция птиц. *Беркут*. 1994. Т. 3. Вип. 2. С. 128–135.
159. Wind Turbine Noise Issues. 2004. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/5255/5f69ef796ca9619b4e90967cc2c80c4d8254.pdf>
160. Guarnaccia C., Mastorakis N. E, Quartieri J. Wind Turbine Noise: Theoretical and Experimental Study. *International Journal of Mechanics*. 2011. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/0bc0/e75da086613249b9e56d53f832a9db27b876.pdf>.
161. ДСН 239-96. Державні санітарні норми та правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. [Дата оновлення 22.12.2017] URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96>
162. ДСНіП 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми з правилами при роботі з джерелами електромагнітних полів» [Чинний від 18.12.2002]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>
163. Оцінка стану зарубіжного та вітчизняного нормативно-правового забезпечення щодо обмеження впливу електромагнітного випромінювання та акустичних шумів об'єктів електроенергетики на здоров'я людини та навколишнє середовище. *Національна енергетична компанія Укренерго*: веб-сайт. URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/2.-EMP.pdf>.

164. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise). URL: https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/wea_schattenwurf_hinweise.pdf.
165. Wind Energy Production in Cold climates (WECO) / В. Tammelin, М. Cavaliere, Н. Holttinen and other. Helsinki: Finnish Meteorological Institute, 2000. 38 с.
166. Інформація про Шевченківську сільську раду. Долинська районна рада: веб-сайт. URL: <http://region.dolyna.info/rajonna-rada/mistsevi-rady/informatsiya-pro-shevchenkivskusilsku-radu/>.
167. Список пам'яток Долинського району URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вікіпедія:Вікі_любить_пам'ятки/Івано-Франківська_область/Долинський_район
168. Адаменко Я.О., Архипова Л.М., Москальчук Н. М. Методика екологічної оцінки використання відновлюваних джерел енергії. Екологічна безпека. 2015. №2/2015 (20). С.37-42.
169. Москальчук Н. М. Вітрова енергетика – особливості оцінки впливу на навколишнє середовище. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал. 2016. № 1(13). С. 130-135.
170. Москальчук Н. М., Приходько М.М. Оцінка вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону України. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. № 27.1. С. 125-128.
171. Москальчук Н. М. Перспективи вітроенергетики на Прикарпатті. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал. 2017. № 1(15). С.195-204.
172. Москальчук Н. М. Методика оцінки впливу на довкілля об'єктів вітроенергетики та її реалізація на прикладі ВЕС Шевченкове-1. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: наук.-техн. журнал. 2018. №1. С. 72–85.
173. Москальчук Н. М., Адаменко Я. О. Вибір майданчика розташування ВЕС на основі ГІС-підходу. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. № 29 (6). С. 71-75.
174. Спосіб відлякування птахів від вітрових турбін вітроелектростанцій: пат. на корисну модель 104389: МПК (2016.01) А01М 29/00. № u 2015 07494; заявл.27.07.2015; опубл. 25.01.2016, Бюл. №2.

175. Акустичний пристрій для відлякування риби: пат. на корисну модель 106286 МПК (2016.01) А01К 79/00 А01К 91/053 G10K 11/04. № u 2015 09380; заявл.29.09.2015; опубл. 25.04.2016, Бюл. №8.
176. Adamenko Ya., Moskalchuk N., Radlovska K. Features of Environmental Impact Assessment because of the Wind Energy. Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare. Series D – Mining, Mineral Processing, Non-ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering. 2014. Volume XXVII No. 2. P.13-19.
177. Integral Environmental Impact Assessment of Projects Use Wind Energy / Ya. Adamenko, L. Arkhypova, O. Mandryk, N. Moskalchuk. Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare. Series D Seria D Mining, Mineral Processing, Non-ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering. 2015. Volume XXIX No. 2. P.89-93.
178. Методика екологічної оцінки використання відновлюваних джерел енергії / О. М. Мандрик, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова, Н. М. Москальчук. Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доп. XIII міжн. наук.-техн. конф., м. Кременчук, 6-8 жовтня 2015 р. Кременчук, 2015. С. 100-102..
179. Адаменко Я.О., Москальчук Н. М. Пом'якшення впливів на навколишнє середовище від вітрових електростанцій. Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: збірник матер. міжн. наук.-практ. конф., м. Харків, 4 грудня 2015 р. Харків, 2015. С. 98-99..
180. Adamenko Ya., Moskalchuk N. Avifauna – The Protection from Wind Power. Innovative ideas in science 2015: International conference, Baia Mare, Romania, 12-13 November, 2015. URL: <http://conf.cunbm.utcluj.ro/index.php/iis/iis2015/paper/view/30/>.
181. Москальчук Н. М. Вітроенергетичний потенціал Карпатського регіону. Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення: матер. всеукр. конф. молодих вчених, м. Київ, 16-17 листопада 2016р. Київ, 2016. С.136-139.
182. Москальчук Н. М. Вітроенергетичний потенціал Івано-Франківської області. ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації: матер. міжн. наук.-практ. конф, м. Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р. Івано-Франківськ, 2017. С. 90-92.
183. Research of quantitative Indicators of the Solar Energy Potential in the Carpatian Region of Ukraine / O. Mandryk, N. Moskalchuk, L. Arhypova, M. Pryhodko, O. Pobygun // Innovative Ideas in Science 2017: International conference, Banja Luka, Bosnia and

Herzegovina, 2-3 November 2017. URL: <http://conf.cunbm.utcluj.ro/index.php/iis/iis2017/paper/view/213>.

184. Москальчук Н. М. Вітроенергетичний потенціал м. Івано-Франківськ. Сучасні технології у промисловому виробництві: матер. та прогр. V всеукр. міжвуз. наук.-техн. конф., м. Суми, 17-20 квітня 2018 р. Суми, 2018. С 173-174.

185. Some aspects of environmental assessment of renewable energy sources in the Carpathian region of Ukraine / O. Mandryk, N. Moskalchuk, L. Arhypova, M. Pryhodko, O. Pobygun. Innovative Ideas in Science 2018: International conference, Baia Mare, Romania, 8-9 November 2018. URL: http://conf.cunbm.utcluj.ro/public/conferences/1/schedConfs/9/Book_of_Abstracts_2018.pdf.

186. Стратегічна оцінка використання відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону: Колективна монографія / за ред. Л.М. Архипової. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. 323с.

187. Методологія екологічно безпечного використання відновлюваних джерел енергії у сталому туристично-рекреаційному розвитку Карпатського регіону: Колективна монографія / за ред. Л.М. Архипової. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. 298с.

ДОДАТКИ

Москальчук Наталія Михайлівна

Довжина шорсткості поверхні [68]

Тип місцевості	z_0 , м
Відкрите море	0,0002
Болота, льодовики, без рослинності та перешкод	0,005
Відкритий рівнинний рельєф; трава, кілька ізольованих перешкод	0,03
Низька рослинність, поодинокі великі перешкоди $x/H > 20$	0,1
Висока рослинність, розкидані перешкоди $15 < x/H < 20$	0,25
Чагарники, численні перешкоди $x/H \approx 10$	0,5
Перешкоди зі значною площею (передмістя, ліс)	1
Центр міста з одно- та багатоповерховою забудовою	≥ 2

Залежність експоненти Гельмана від місця розташування [73]

Стан атмосфери	Відкриті водойми	Рівнина	Населені пункти
Нестабільна	0,06	0,11	0,27
Нейтральна	0,1	0,16	0,34
Стабільна	0,27	0,40	0,60

**Максимальна швидкість вітру на метеостанціях Карпатського регіону
України за багаторічний період [115]**

№ з/п	Метеостанція	Максимальна швидкість вітру, м/с
1	Рава-Руська	30
2	Кам'янка-Бузька	34
3	Броди	38
4	Яворів	40
5	Львів	44
6	Мостиська	34
7	Дрогобич	35
8	Стрий	40
9	Турка	39
10	Славське	29
11	Долина	36
12	Івано-Франківськ	32
13	Коломия	32
14	Яремча	40
15	Пожижевська	44
16	Великий Березний	25
17	Нижні Ворота	25
18	Нижній Студений	24
19	Ужгород	30
20	Плай	44
21	Міжгір'я	40
22	Берегове	24
23	Хуст	25
24	Рахів	30
25	Чернівці	33
26	Селятин	20

**Максимальна швидкість вітру та їх повторюваність на метеостанціях
Карпатського регіону України за 2005-2015рр.**

№ з/п	Метеостанція	Абсолютний максимум, м/с	Кількість при $V \geq 20$ м/с, одиниць	Кількість при $V \geq 30$ м/с, одиниць	Кількість при $V \geq 40$ м/с, одиниць	Кількість при $V \geq 50$ м/с, одиниць
1	Рава-Руська	38(12.05.2006)	5	3	—	—
2	Кам'янка-Бузька	50(17.05.2008)	7	4	3	1
3	Броди	50(05.04.2005)	3	2	1	1
4	Яворів	28(23.06.2008)	1	—	—	—
5	Львів	23(18.01.2007)*	1	—	—	—
6	Мостиська	43(29.10.2009)	5	2	2	—
7	Дрогобич	27(10.12.2008)	5	—	—	—
8	Стрий	47(17.08.2006)	3	3	1	—
9	Турка	41(27.12.2005)	8	3	2	—
10	Славське	45(16.09.2006)	2	2	1	—
11	Долина	44(16.10.2009)	3	2	1	—
12	Івано-Франківськ	18(23.02.2008)*	—	—	—	—
13	Коломия	48(03.06.2007)	4	1	1	—
14	Яремча	50(24.07.2008)	8	2	1	1
15	Пожижевська	42(18.06.2007)	35	2	1	—
16	Великий Березний	50(20.01.2006)	1	1	1	1
17	Нижні Ворота	13(05.11.2013)	—	—	—	—
18	Нижній Студений	36(03.10.2006)	6	3	—	—
19	Ужгород	19(16.08.2010)*	—	—	—	—
20	Плай	48(12.09.2007)	180	27	3	—
21	Міжгір'я	34(20.07.2006)	5	2	—	—
22	Берегове	42(02.11.2009)	4	3	2	—
23	Хуст	38 (04.11.2006)	1	1	—	—
24	Рахів	28(07.03.2005)	2	—	—	—
25	Чернівці	23(25.02.2012)*	1	—	—	—
26	Селятин	42(01.08.2006)	6	6	1	—

Повторюваність напрямку вітру та штилю на метеостанціях Карпатського регіону України за 2005-2015 рр.

Напрямок вітру та штиль	Рава-Руська	Кам'янка-Бузька	Броди	Яворів	Львів	Мостиська	Дрогобич	Стрий	Турка	Славське	Долина	Івано-Франківськ	Коломия	Яремче	Пожижевська	Великий Березний	Нижні Ворота	Нижній Студений	Ужгород	Плай	Міжгір'я	Берегове	Хуст	Рахів	Чернівці	Селятин
Пн	4,6	0,2	4,9	2,5	2,9	0,6	1,9	2,4	4,3	6,5	1,4	2,3	1,8	0,1	0,9	7,9	20,9	22,1	4,2	6,5	14,6	5,9	2,9	0,8	1,6	16,3
ПнПнСх	2,6	1,3	1	2,4	2,3	2,5	0,9	1,2	2,7	7,5	0,5	1,1	1,1	2,4	1	0,3	4,3	5,7	1,5	0,8	0,6	0,2	0,9	0,2	1,2	0,1
ПнСх	2,4	4,8	3,5	4,3	3,3	2,7	2,3	1,9	5,3	3,4	1,4	1,5	2,3	12,3	1,6	2,8	1,0	2,6	3	9,1	2	1,3	13,8	7,9	1,6	3,3
СхПнСх	2,3	5,2	0,8	4,5	2,7	3,6	3,3	2	2,9	0,3	2,5	1,6	3,5	7,4	2,3	0,2	0,3	0,2	2,2	2	0,3	0,2	4	0,1	2,1	0,6
Сх	4,1	6,9	6,5	6,8	3,8	5,7	10,4	5,5	3	0,4	10,8	4,5	9,7	2	2,5	1,5	1,3	0,3	5,7	7,4	2,1	3	16,8	7,3	10,6	4,3
СхПдСх	5,7	5,6	1,1	10,9	4,4	5,3	3,3	7	1,2	0,1	8,4	8,5	7	0,8	1,5	0,4	0,7	0,2	8	0,3	0,4	0,7	1,8	0,1	13,8	0,4
ПдСх	7,3	7,3	10,6	9,3	11,5	12,2	2,3	6,5	8,6	0,4	5,4	8,1	4,8	1,9	1,6	6,2	0,9	4,6	15,6	5,4	1,2	3,8	5,9	5,6	4,7	2
ПдПдСх	2,5	5,7	2,2	3,2	5,7	7,2	1,4	3,1	6,6	2,8	1,3	1,8	1,2	1,9	1,8	0,9	1,5	6,1	4,2	1,1	0,2	3	0,6	0,3	1,1	0,5
Пд	2	5,2	6,4	3,8	3,9	6,8	6,2	5,9	7,9	14,7	3,5	1,6	0,7	0,9	3	7,2	7,5	13,3	3	6,9	16,1	8,7	1,5	7,8	1,3	14
ПдПдЗх	2,5	4	1,6	3,2	2,9	5,1	3,9	6,7	2,3	8,1	4,1	2,1	0,7	2,6	5,8	0,4	7,4	1,4	1,9	1,3	0,8	0,2	0,3	0,2	2,3	1
ПдЗх	6,9	7,3	10,2	6,7	4,4	8,1	6,1	6	4,1	0,4	8,7	4,1	2,4	12,6	15,4	2,7	8,1	2,5	2,2	28,8	0,8	1,1	6,8	8,4	3,6	4,1
ЗхПдЗх	12,4	10	1,6	8	3,7	6,8	4,5	3,1	1,9	0,1	7,2	4,4	3,1	20,4	13,6	0,2	2,3	0,5	2,1	2,2	0,1	0,3	2,9	0,1	2,4	0,3
Зх	13,5	9,8	9,6	10,2	6,8	8,7	12,9	6	10,5	0,3	10,2	6,6	6	9,3	6,7	6,4	2,2	1,1	4,3	5,7	0,6	2,6	12,1	5,2	3,7	7,9
ЗхПнЗх	7,1	8,5	2,4	7,7	10,9	9,9	4,2	7,2	4,4	0,1	11,2	12,7	14,9	2,3	2,7	1	1,4	0,6	7,2	1,4	0,1	0,4	1	0	15,5	1
ПнЗх	4,2	3,4	9,9	3	4,2	4,6	1,7	10,9	5,8	1,5	6,2	6,5	12,7	0,6	2,6	7,6	2,1	1,2	5,9	6	6	4,1	4,2	0,7	16,3	4,2
ПнПнЗх	4,4	1,6	1,6	3,9	3,3	3,8	1,3	3,5	2,3	2,9	3,3	4	5,1	1,1	1,5	1,2	4,7	4,3	5,2	1,6	0,8	1,2	0,7	0,1	5,1	0,3
штиль	15,5	13,1	26,1	9,5	23,2	6,4	33,5	21,3	26,2	50,5	14	28,6	23,1	21,6	35,5	53,1	33,3	33,6	24	13,7	53,2	63,2	23,6	55,2	13,1	39,8

Технічні характеристики ВЕУ Vestas V112-3.3MW [120]

Номінальна потужність	3,3 МВт
Стартова швидкість	3 м/с
Максимальна експлуатаційна швидкість	25 м/с
Діаметр ротора	112 м
Обмахувана площа	9852 м ²
Висота щогли	119 м

Додаток Д.2

Потужності вітру для Vestas V112-3.3MW [120]

Швидкість v , м/с	Потужність P , кВт
3	23
4	88
5	301
6	557
7	912
8	1377
9	1954
10	2572
11	2988
12	3276
13-25	3300

Технічні характеристики ВЕУ NORDEX N43-600-125 43.0 [122]

Номінальна потужність	600 кВт
Мінімальна робоча швидкість вітру (стартова)	4,0 м/с
Швидкість, при якій відбувається відключення (максимальна експлуатаційна)	25 м/с
Максимальна швидкість вітру	55 м/с
Діаметр ротора	43 м
Висота башти	50 м- 60 м

Додаток Е.2

Потужності вітру для NORDEX N43-600-125 43.0 [123]

Швидкість v , м/с	Потужність P , кВт	Швидкість v , м/с	Потужність P , кВт
4	17	15	619
5	45	16	618
6	72	17	618
7	124	18	620
8	196	19	610
9	277	20	594
10	364	21	592
11	444	22	590
12	533	23	580
13	584	24	575
14	618	25	570

Технічні характеристики ВЕУ FLAMINGO AERO – 6.7 [124]

Номінальна потужність	4 кВт
Мінімальна робоча швидкість вітру (стартова)	2,5 м/с
Номінальна швидкість вітру	8 м/с
Швидкість, при якій відбувається відключення (максимальна експлуатаційна)	25 м/с
Максимальна швидкість вітру	50 м/с
Діаметр ротора	6,7 м
Висота башти	21-27 м

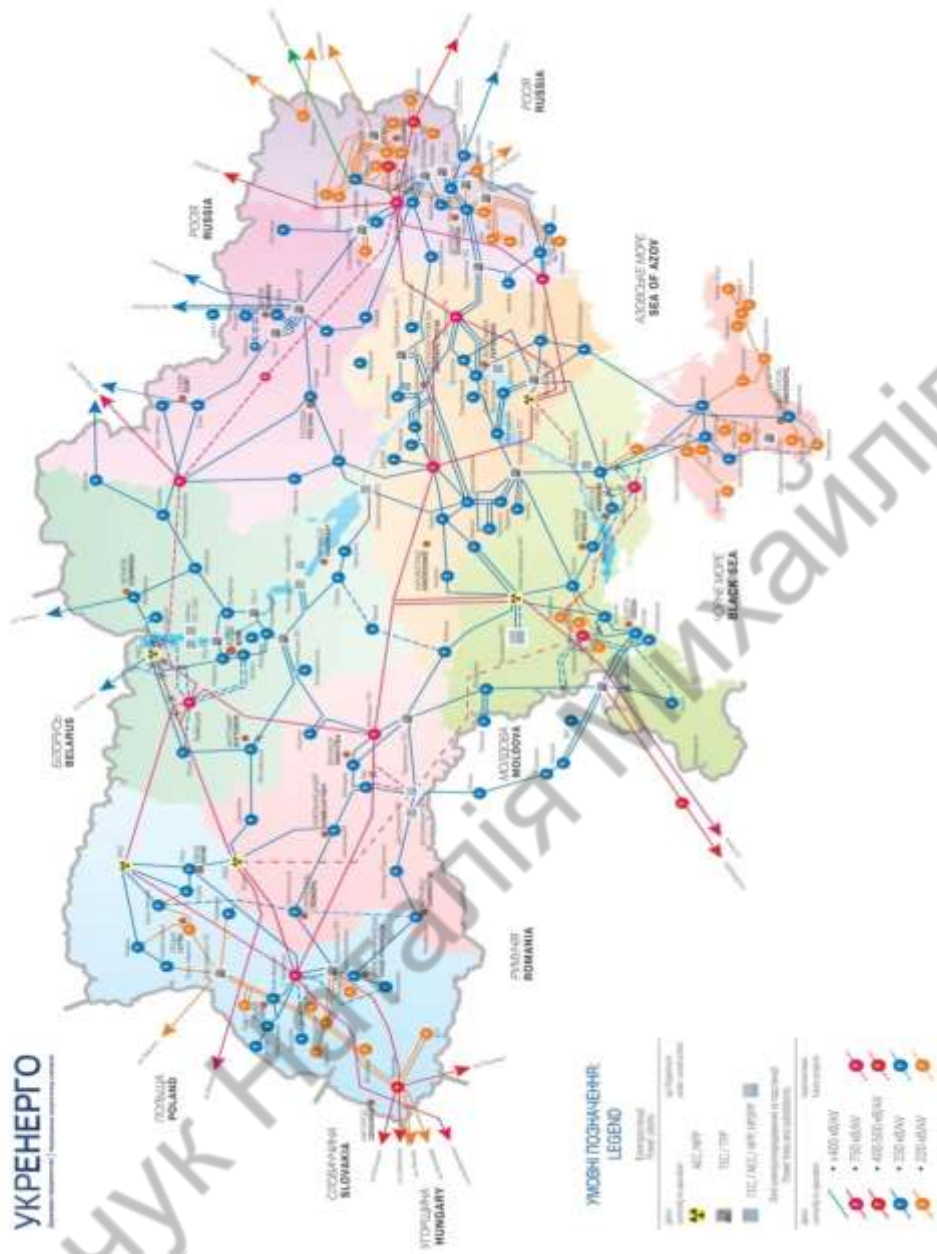
Додаток Є.2



Крива потужності FLAMINGO AERO – 6.7 [124]



Об'єднана енергетична система України



Об'єднана енергетична система України [130]

Розподільчі підстанції Укренерго на території Івано-Франківської області
(за даними[131])

Назва	Напруга, кВ
Бурштинська ТЕС	400/330/220
Івано-Франківськ	330/110/35/10
Богородчани	330/110/35/10
Калуш	220/110/35/10

Розподільчі підстанції Прикарпаттяобленерго максимальною напругою 110кВ (за даними[131])

Назва	Напруга	Назва	Напруга
ПС «Рогатин»	110/35/10	ПС «Одаї»	110/10
ПС «Бурштин»	110/35/10	ПС «Богородчани»	110/35/10
ПС «Галич»	110/35/10	ПС «Отинія»	110/35/10
ПС «Болехів»	110/10	ПС «Городенка»	110/35/10
ПС «Болехів»	110/10	ПС «ДСП»	110/6
ПС «Височанка»	110/35/6	ПС «Надвірна»	110/35/6
ПС «Підгірки»	110/10	ПС «Коломия»	110/35/6
ПС «Калуш»	110/35/6	ПС «Сільмаш»	110/6
ПС «Опорна»	110/35/10	ПС «Загайпіль»	110/10
ПС «Брошнів»	110/10	ПС «Семаківці»	110/10
ПС «БПФ»	110/10	ПС «Заболотів»	110/10
ПС «Вовчинець»	110/10	ПС «Снятин»	110/35/10
ПС «Загвіздя»	110/10	ПС «Ямна»	110/35/10
ПС «Ринь»	110/10	ПС «Яблунів»	110/35/10
ПС «Радіозавод»	110/10	ПС «Ворохта»	110/35/10
ПС «Крихівці»	110/35/10	ПС «Косів»	110/10
ПС «Автолившаш»	110/10	ПС «Косів»	110/35/10
ПС «Тлумач»	110/35/10	ПС «Яворів»	110/10
ПС «Березівка»	110/10	ПС «Кути»	110/10
ПС «Перегінськ»	110/35/10		

**Розподільчі підстанції Прикарпаттяобленерго максимальною
напругою 35кВ (за даними[131])**

Назва	Напруга	Назва	Напруга	Назва	Напруга
ПС "Дички"	35/10			ПС "Вербівці"	35/10
ПС "Княгиничі"	35/10			ПС "Пасічна"	35/6
ПС "Вербилівці"	35/10	ПС "Шкірзавод"	35/10	ПС "Лісна Слобідка"	35/10
ПС "Підвисоке"	35/10	ПС "ЦНДЛ"	35/10	ПС "Гвіздець"	35/10
ПС "Лопушня"	35/10	ПС "Зв'язок"	35/10	ПС "Розтока"	35/6
ПС "Конюшки"	35/10	ПС "Підпечари"	35/10	ПС "Ланчин"	35/10
ПС "Діброва"	35/10	ПС "Тисмениця"	35/10	ПС "Товмачик"	35/10
ПС "Букачівці"	35/10	ПС "Хутрова фабрика"	35/10	ПС "Дренажні труби"	35/6
ПС "Рудка"	35/10	ПС "Лисець"	35/10	ПС "П'ядики"	35/10
ПС "Дитятин"	35/10	ПС "Струтин"	35/10/6	ПС "ЗБВК"	35/6
ПС "Лука"	35/10	ПС "Шандра"	35/10	ПС "Трофанівка"	35/10
ПС "Більшівці"	35/10	ПС "Дуба"	35/10	ПС "Стецева"	35/10
ПС "Войнилів"	35/10	ПС "Переґінськ"	35/10	ПС "Металозавод"	35/6
ПС "Завадка"	35/10	ПС "Тлумач"	35/10	ПС "Романівка"	35/10/6
ПС "Свинофабрика"	35/10	ПС "Ісаків"	35/10	ПС "Нижній Вербіж"	35/10
ПС "Дубівці"	35/10	ПС "КСМ"	35/10	ПС "Печеніжин"	35/10
ПС "Озерна"	35/10/6			ПС "Делятин"	35/10
ПС "Студінка"	35/10	ПС "Міжгір'я"	35/10	ПС "Шевченково"	35/10
ПС "Льонозавод"	35/10	ПС "Озеряни"	35/10	ПС "Стецева"	35/10
ПС "Жовтень"	35/10	ПС "Чернелиця"	35/10	ПС "Яремче"	35/10
ПС "Побережжя"	35/10	ПС "Дзвиняч"	35/10	ПС "Ковалівка"	35/10
ПС "Стриганці"	35/10	ПС "Цуцилів"	35/10	ПС "Кулачин"	35/10
ПС "Надіїв"	35/10	ПС "Виноград"	35/10	ПС "ТП ГЕС"	35/10
ПС "Нафтобурмаш"	35/6	ПС "Воронів"	35/10	ПС "Будилів"	35/10
ПС "Новиця"	35/10	ПС "Солотвино"	35/10	ПС "Джурів"	35/10
ПС "Брочків"	35/6	ПС "Іване-Золоте"	35/10	ПС "Рожнів"	35/10
ПС "Яворівка"	35/10	ПС "Обертин"	35/10	ПС "Космач"	35/10
ПС "Рожнятів"	35/10	ПС "Пороги"	35/10	ПС "Говерла"	35/10
ПС "Вигода"	35/10	ПС "Старуня"	35/10/6	ПС "Ільці"	35/10
ПС "Олешів"	35/10	ПС "Коршів"	35/10	ПС "Верховина"	35/10
ПС "Нижнів"	35/10	ПС "Битків"	35/6	ПС "Устеріки"	35/10
ПС "Птахофабрика"	35/10	ПС "Надвірна"	35/6		

Перелік територій та об'єктів ПЗФ загальнодержавного та місцевого значення (умовні позначення до рис.4.4, 4.5, 4.8)

№ з.п.	Назва території чи об'єкта ПЗФ	Категорія	Тип
1	2	3	4
Території та об'єкти ПЗФ загальнодержавного значення			
1	«Горгани»	Природний заповідник	
2	Карпатський	національний природний парк	
3	«Гуцульщина»	національний природний парк	
4	Галицький	національний природний парк	
5	«Синьгора»	національний природний парк	
6	«Верховинський»	національний природний парк	
7	«Грофа»	заказник	ландшафтний
8	«Козакова долина»	заказник	ландшафтний
9	«Урочище «Скит Манявський»	заказник	лісовий
10	«Бредулецький»	заказник	лісовий
11	«Яйківський»	заказник	ботанічний
12	«Тавпиширківський»	заказник	ботанічний
13	«Кливський»	заказник	ботанічний
14	«Княздвірський»	заказник	ботанічний
15	«Пожератувський»	заказник	орнітологічний
16	«Турова дача»	заказник	гідрологічний
17	«Скелі Довбуша»	пам'ятка природи	комплексна
18	«Урочище «Верхнє Озерище»	пам'ятка природи	комплексна
19	«Касова гора»	пам'ятка природи	комплексна
20	«Урочище Масьок»	пам'ятка природи	ботанічна
21	«Чортова гора»	пам'ятка природи	ботанічна
22	«Урочище «Осій»	пам'ятка природи	ботанічна
23	«Урочище «Сокіл»	пам'ятка природи	ботанічна
24	«Урочище «Тарниці»	пам'ятка природи	ботанічна
25	«Болото Висяче»	пам'ятка природи	гідрологічна
26	«Болото «Ширковець»	пам'ятка природи	гідрологічна
27	«Болото «Лисак»	пам'ятка природи	гідрологічна
28	«Болото «Мшана»	пам'ятка природи	гідрологічна
29	«Старуня»	пам'ятка природи	геологічна
30	«Високогір-ний»	дендрологічний парк	
31	«Діброва»	дендрологічний парк	
32	«Дружба»	дендрологічний парк	
33	«Парк партизанської слави»	парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	
Території та об'єкти місцевого значення			
1	Дністровський	регіональний ландшафтний парк	
2	«Гуцульщина»	регіональний ландшафтний парк	
3	Полянницький	регіональний ландшафтний парк	
4	«Чивчино-Гринявський»	заказник	ландшафтний
5	«Ріка Свіча з притокою Мізунькою»	заказник	ландшафтний
6	«Саджавський»	заказник	ландшафтний
7	«Цапове»	заказник	ландшафтний
8	«Яськів потік»	заказник	ландшафтний
9	«Ріка Лімниця з водоохоронною смугою вздовж берегів шириною 100 м»	заказник	ландшафтний
10	«Негрова»	заказник	ландшафтний
11	«Фарфанянка»	заказник	ландшафтний
12	«Бовкоти»	заказник	ландшафтний
13	«Грегит»	заказник	ландшафтний

1	2	3	4
14	«Кам'янистий хребет»	заказник	ландшафтний
15	«Урочище «Погорілець»	заказник	лісовий
16	«Урочище «Комарники»	заказник	лісовий
17	«Урочище «Шиворіс»	заказник	лісовий
18	«Урочище «Сумарин»	заказник	лісовий
19	«Марино»	заказник	лісовий
20	«Ільма»	заказник	лісовий
21	«Страгора»	заказник	лісовий
22	«Красна»	заказник	лісовий
23	«Потоки»	заказник	лісовий
24	«Журавенківський»	заказник	лісовий
25	«Журитин»	заказник	лісовий
26	«Каменець»	заказник	лісовий
27	«Терношори»	заказник	лісовий
28	«Щавнянська Магура»	заказник	ботанічний
29	«Магура»	заказник	ботанічний
30	«Федів»	заказник	ботанічний
31	«Жидовець»	заказник	ботанічний
32	«Могила»	заказник	ботанічний
33	«Підбавки»	заказник	ботанічний
34	«Обергинська долина»	заказник	ботанічний
35	«Вістова»	заказник	ботанічний
36	«Ліскувата»	заказник	ботанічний
37	«Діл»	заказник	ботанічний
38	«Поляниця»	заказник	ботанічний
39	«Санковичі»	заказник	ботанічний
40	«Річанський»	заказник	ботанічний
41	«Голубічка»	заказник	ботанічний
42	«Копчин»	заказник	ботанічний
43	«Білославський»	заказник	ботанічний
44	«Бубонець»	заказник	ботанічний
45	«Конвалія»	заказник	ботанічний
46	«Іванків»	заказник	ботанічний
47	«Хомів»	заказник	ботанічний
48	«Урочище «Лупені»	заказник	ботанічний
49	«Пугачівка»	заказник	ботанічний
50	«Меленщина»	заказник	ботанічний
51	«Ріка Чорний Черемош з прибережною смугою»	заказник	гідррологічний
52	«Ріка Пістинька з прибережною смугою»	заказник	гідррологічний
53	«Ріка Пістинька з прибережною смугою»	заказник	гідррологічний
54	«Ріка Рибниця з прибережною смугою»	заказник	гідррологічний
55	«Під Верховиною»	заказник	гідррологічний
56	«Болото»	заказник	гідррологічний
57	«Шевченківський»	заказник	орнітологічний
58	«Чотири ясени»	заказник	орнітологічний
59	«Бурсуків»	заказник	орнітологічний
60	«Погорілець»	заказник	орнітологічний
61	«Підбавки»	заказник	орнітологічний
62	«Чорний ліс»	заказник	загальнозоологічний
63	«Гирява»	заказник	загальнозоологічний
64	«Каменець»	пам'ятка природи	комплексна
65	«Озінна»	пам'ятка природи	комплексна
66	«Скалки»	пам'ятка природи	комплексна
67	«Під скелями»	пам'ятка природи	комплексна
68	«Добротівські відслонення»	пам'ятка природи	комплексна
69	«Великі Голди»	пам'ятка природи	комплексна

1	2	3	4
70	«Вовчинецькі гори»	пам`ятка природи	комплексна
71	«Капличка»	пам`ятка природи	комплексна
72	«Табори»	пам`ятка природи	комплексна
73	«Лисий потік»	пам`ятка природи	комплексна
74	«Данчиця»	пам`ятка природи	комплексна
75	«Тис ягідний»	пам`ятка природи	ботанічна
76	«Бір «Величків»	пам`ятка природи	ботанічна
77	«Солотвинські дуби»	пам`ятка природи	ботанічна
78	«Еталон букового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
79	«Еталон смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
80	«Еталон смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
81	«Еталон смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
82	«Модрина»	пам`ятка природи	ботанічна
83	«Редискул»	пам`ятка природи	ботанічна
84	«Еталон смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
85	«Чертяк»	пам`ятка природи	ботанічна
86	«Резерват дуба»	пам`ятка природи	ботанічна
87	«Алея модрини»	пам`ятка природи	ботанічна
88	«Дуб скельний»	пам`ятка природи	ботанічна
89	«Тис ягідний»	пам`ятка природи	ботанічна
90	«Щавна»	пам`ятка природи	ботанічна
91	«Набивки»	пам`ятка природи	ботанічна
92	«Олірки»	пам`ятка природи	ботанічна
93	«Еталон буково – модринового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
94	«Еталон модринового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
95	«Сосна Веймутова»	пам`ятка природи	ботанічна
96	«Дугласії»	пам`ятка природи	ботанічна
97	«Еталон ялицевого насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
98	«Довжанка»	пам`ятка природи	ботанічна
99	«Сосна кримська»	пам`ятка природи	ботанічна
100	«Правич – 1»	пам`ятка природи	ботанічна
101	«Правич –2»	пам`ятка природи	ботанічна
102	«Кропивник»	пам`ятка природи	ботанічна
103	«Сосна кедрова»	пам`ятка природи	ботанічна
104	«Висока гора»	пам`ятка природи	ботанічна
105	«Довгий міст»	пам`ятка природи	ботанічна
106	«Гошівський болотний масив, урочище Гачки»	пам`ятка природи	ботанічна
107	«Горіх сірий»	пам`ятка природи	ботанічна
108	«Магнолія»	пам`ятка природи	ботанічна
109	«Дуб звичайний»	пам`ятка природи	ботанічна
110	«Потоки»	пам`ятка природи	ботанічна
111	«Буковинка»	пам`ятка природи	ботанічна
112	«Довбушанський праліс»	пам`ятка природи	ботанічна
113	«Еталон смерекового з домішкою бука насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
114	«Еталон буково – смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
115	«Еталон ялицево – смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
116	«Еталон ялицево – смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
117	«Прелуки»	пам`ятка природи	ботанічна
118	«Черник»	пам`ятка природи	ботанічна
119	«Еталон змішаного ялицево-буково-смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
120	«Плюсове ялицево-смерекове насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
121	«Еталон змішаного насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
122	«Еталон змішаного ялицево-буково-смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
123	«Еталон змішаного ялицево-буково-смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна

1	2	3	4
124	«Еталон змішаного ялицево-буково-смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
125	«Еталон смерекового з домішкою бука, ялиці насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
126	«Еталон смереково-букового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
127	«Еталон змішаного насадження »	пам`ятка природи	ботанічна
128	«Еталон смереково-букового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
129	«Еталон змішаного буково-ялицево-смерекового»	пам`ятка природи	ботанічна
130	«Еталон смерекового з домішкою бука і ялиці насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
131	«Еталон смереково-букового з домішкою явора насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
132	«Еталон змішаного смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
133	«Еталон ялицево-смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
134	«Еталон насадження із смереки гірської »	пам`ятка природи	ботанічна
135	«Плюсове змішане насадження смереки із смереки гірської»	пам`ятка природи	ботанічна
136	«Еталон ялицево-смерекового з домішкою бука насадження »	пам`ятка природи	ботанічна
137	«Еталон смерекового насадження »	пам`ятка природи	ботанічна
138	«Еталон високогірного насадження смереки»	пам`ятка природи	ботанічна
139	«Плюсове насадження смереки у високогір'ї»	пам`ятка природи	ботанічна
140	«Еталон смерекового з домішкою ялиці насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
141	«Еталон смерекового з домішкою ялиці насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
142	«Еталон буково-смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
143	«Еталон ялицево-смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
144	«Еталон змішаного буково-смерекового з домішкою ялиці насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
145	«Еталон букового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
146	«Плюсове насадження бука»	пам`ятка природи	ботанічна
147	«Еталон ялицево-смерекового з домішкою бука насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
148	«Еталон змішаного смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
149	«Еталон змішаного ялицево-смерекового з домішкою бука насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
150	«Еталон змішаного з ялицею і буком смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
151	«Еталон буково-ялицево-смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
152	«Еталон смерекового високогірного насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
153	«Еталон чисто смерекового високогірського насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
154	«Еталон високо гірського смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
155	«Журавлина»	пам`ятка природи	ботанічна
156	«Еталон змішаного смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
157	«Еталон смерекового з домішкою ялиці насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
158	«Еталон змішаного смерекового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
159	«Тис ягідний»	пам`ятка природи	ботанічна
160	«Підлісок»	пам`ятка природи	ботанічна
161	«Підлісок»	пам`ятка природи	ботанічна
162	«Тис ягідний»	пам`ятка природи	ботанічна
163	«Борсук»	пам`ятка природи	ботанічна
164	«Псевдотсуга зелена»	пам`ятка природи	ботанічна
165	«Бук лісовий»	пам`ятка природи	ботанічна
166	«Славношора»	пам`ятка природи	ботанічна
167	«Вільхівець»	пам`ятка природи	ботанічна
168	«Дуб звичайний»	пам`ятка природи	ботанічна

1	2	3	4
169	«Плющ звичайний»	пам`ятка природи	ботанічна
170	«Ровенька»	пам`ятка природи	ботанічна
171	«Клинка»	пам`ятка природи	ботанічна
172	«Липи»	пам`ятка природи	ботанічна
173	«Льм гірський»	пам`ятка природи	ботанічна
174	«Страгірчик»	пам`ятка природи	ботанічна
175	«Тарниці»	пам`ятка природи	ботанічна
176	«Мала Гига»	пам`ятка природи	ботанічна
177	«Сосна кедрова європейська»	пам`ятка природи	ботанічна
178	«Груні»	пам`ятка природи	ботанічна
179	«Горвіцові яри»	пам`ятка природи	ботанічна
180	«Лопушанка»	пам`ятка природи	ботанічна
181	«Дуб звичайний»	пам`ятка природи	ботанічна
182	«Келія»	пам`ятка природи	ботанічна
183	«Спижі»	пам`ятка природи	ботанічна
184	«Дубина»	пам`ятка природи	ботанічна
185	«Кордон»	пам`ятка природи	ботанічна
186	«Смерека звичайна»	пам`ятка природи	ботанічна
187	«Садки»	пам`ятка природи	ботанічна
188	«Гонгарки»	пам`ятка природи	ботанічна
189	«Стайки»	пам`ятка природи	ботанічна
190	«Ясені»	пам`ятка природи	ботанічна
191	«Дебриця»	пам`ятка природи	ботанічна
192	«Еталон букового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
193	«Вабрянка»	пам`ятка природи	ботанічна
194	«Буковиця»	пам`ятка природи	ботанічна
195	«Горган»	пам`ятка природи	ботанічна
196	«Катеринка»	пам`ятка природи	ботанічна
197	«Резерват сосни кедрової європейської »	пам`ятка природи	ботанічна
198	«Ожеред»	пам`ятка природи	ботанічна
199	«Котови»	пам`ятка природи	ботанічна
200	«Кораловий корінь»	пам`ятка природи	ботанічна
201	«Урочище «Сивулька-Бита»	пам`ятка природи	ботанічна
202	«Каштани»	пам`ятка природи	ботанічна
203	«Липова алея»	пам`ятка природи	ботанічна
204	«Потіцька гора»	пам`ятка природи	ботанічна
205	«Дівич-гора»	пам`ятка природи	ботанічна
206	«Городище»	пам`ятка природи	ботанічна
207	«Татри»	пам`ятка природи	ботанічна
208	«Лиса гора»	пам`ятка природи	ботанічна
209	«Дуб звичайний»	пам`ятка природи	ботанічна
210	«Бук пурпуrolистий»	пам`ятка природи	ботанічна
211	«Гінко дволопатеве»	пам`ятка природи	ботанічна
212	«Дуб віковий»	пам`ятка природи	ботанічна
213	«Дебриця»	пам`ятка природи	ботанічна
214	«Копанки»	пам`ятка природи	ботанічна
215	«Дуб звичайний»	пам`ятка природи	ботанічна
216	«Дуб Івана Франка»	пам`ятка природи	ботанічна
217	«Дуб Карпінського»	пам`ятка природи	ботанічна
218	«Дуб Яноти»	пам`ятка природи	ботанічна
219	«Ведмежі дуби»	пам`ятка природи	ботанічна
220	«Дуб звичайний»	пам`ятка природи	ботанічна
221	«Модрини»	пам`ятка природи	ботанічна
222	«Еталон букового насадження»	пам`ятка природи	ботанічна
223	«Цуханівське»	пам`ятка природи	ботанічна
224	«Камінець»	пам`ятка природи	ботанічна
225	«Пізньоцвіт»	пам`ятка природи	ботанічна
226	«Тюльпанове дерево»	пам`ятка природи	ботанічна

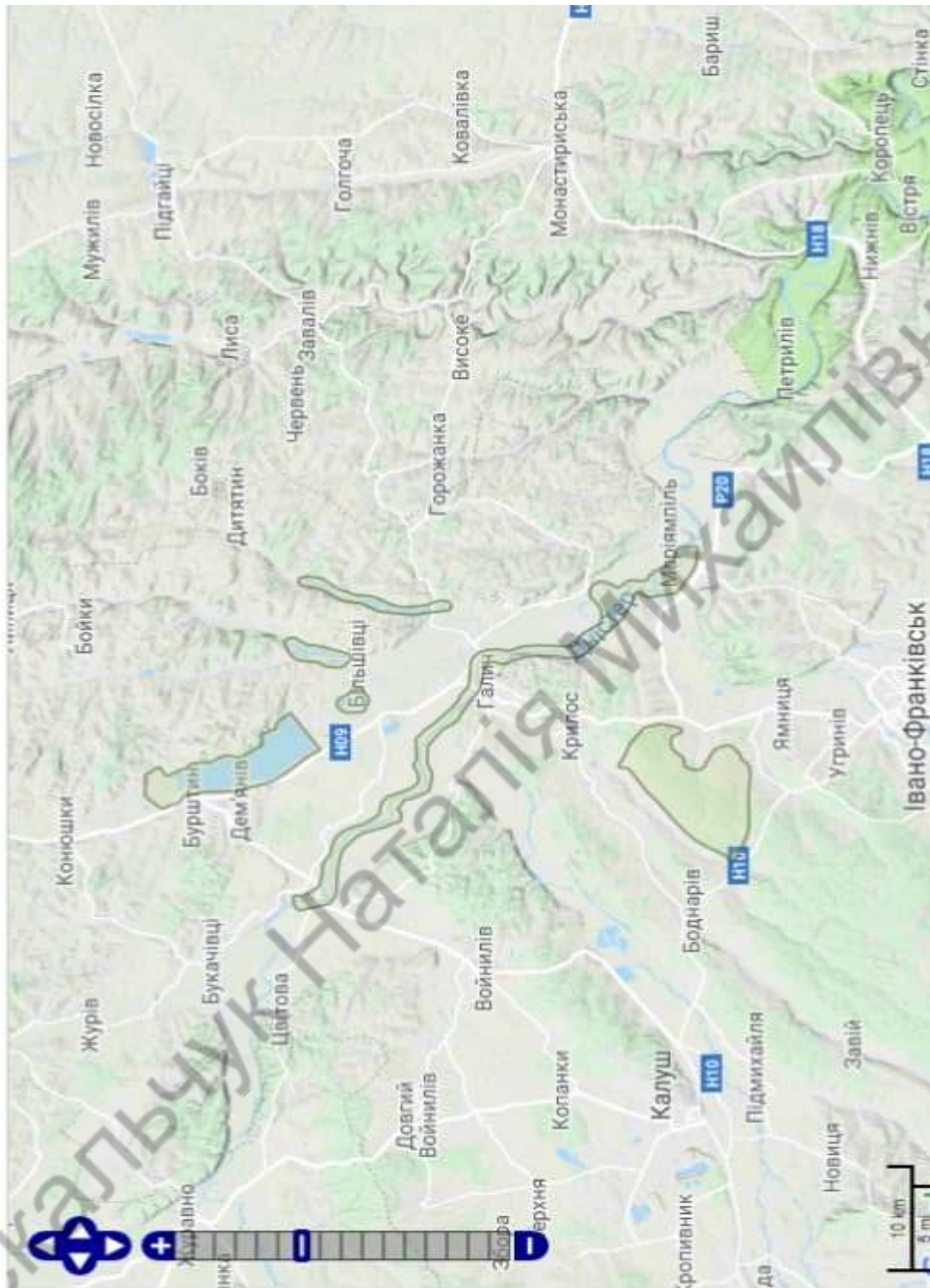
1	2	3	4
227	«Горіх чорний»	пам`ятка природи	ботанічна
228	«Неопалима купина»	пам`ятка природи	ботанічна
229	«Папороть-листовик»	пам`ятка природи	ботанічна
230	«Гора Червона»	пам`ятка природи	ботанічна
231	«Петрівська липа»	пам`ятка природи	ботанічна
232	«Кляуза»	пам`ятка природи	ботанічна
233	Дуб Симона Петлюри	пам`ятка природи	ботанічна
234	«Манявський водоспад»	пам`ятка природи	гідрологічна
235	«Водоспад «Бухтівець»	пам`ятка природи	гідрологічна
236	«Водоспад на ріці Зелениця»	пам`ятка природи	гідрологічна
237	«Козакова криниця»	пам`ятка природи	гідрологічна
238	«Студений»	пам`ятка природи	гідрологічна
239	«Солене джерело»	пам`ятка природи	гідрологічна
240	«Соляне джерело»	пам`ятка природи	гідрологічна
241	«Болото «Люгошара»	пам`ятка природи	гідрологічна
242	«Гірське озеро «Розсохан»	пам`ятка природи	гідрологічна
243	«Верхове болото»	пам`ятка природи	гідрологічна
244	«Водоспад на ріці Рушір»	пам`ятка природи	гідрологічна
245	«Сірководневе джерело»	пам`ятка природи	гідрологічна
246	«Шешорський водоспад»	пам`ятка природи	гідрологічна
247	«Пістинська соляна криниця»	пам`ятка природи	гідрологічна
248	Уторопські соленосні джерела	пам`ятка природи	гідрологічна
249	«Писаний камінь»	пам`ятка природи	геологічна
250	«Скельний коридор Довбушанки»	пам`ятка природи	геологічна
251	«Глушківські скелі»	пам`ятка природи	геологічна
252	«Ковалівське буровугільне родовище»	пам`ятка природи	геологічна
253	«Надвірнянські скелі»	пам`ятка природи	геологічна
254	«Малевський комплекс»	пам`ятка природи	геологічна
255	«Мальовнича скеля»	пам`ятка природи	геологічна
256	«Білий камінь»	пам`ятка природи	геологічна
257	«Скеля на правому березі ріки Прут »	пам`ятка природи	геологічна
258	«Яворівський Гук»	пам`ятка природи	геологічна
259	«Шепітський Гук»	пам`ятка природи	геологічна
260	«Косівський Гук»	пам`ятка природи	геологічна
261	«Косівська гора»	пам`ятка природи	геологічна
262	«Виступи вапняку»	пам`ятка природи	геологічна
263	«Пістинські сланці»	пам`ятка природи	геологічна
264	«Вільхівець»	пам`ятка природи	зоологічна
265	«Малотур`янський»	дендрологічний парк	
266	«Пролісок»	дендрологічний парк	
267	«Козарів»	дендрологічний парк	
268	«Маріямпільський замок»	дендрологічний парк	
269	«Дендрарій»	дендрологічний парк	
270	«Дендропарк ім. А. Гарнавського»	дендрологічний парк	
271	«Дендропарк імені 40-річчя Перемоги»	парк-пам`ятка садово-паркового мистецтва	
272	«Арборетум»	парк-пам`ятка садово-паркового мистецтва	
273	«Дендропарк»	парк-пам`ятка садово-паркового мистецтва	
274	«Парк»	парк-пам`ятка садово-паркового мистецтва	
275	«Парк м.. Т.Г.Шевченка»	парк-пам`ятка садово-паркового мистецтва	
276	«Тлумацький парк»	парк-пам`ятка садово-паркового мистецтва	
277	«Дендрарій»	парк-пам`ятка садово-паркового мистецтва	

1	2	3	4
278	«Парк пам'яті борцям за незалежність України»	парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва	
279	«Міжгір'я»	заповідне урочище	
280	«Бистрий»	заповідне урочище	
281	«Люблінєць»	заповідне урочище	
282	«Бережниця»	заповідне урочище	
283	«Дрестунка»	заповідне урочище	
284	«Прелучний»	заповідне урочище	
285	«Чорний потік»	заповідне урочище	
286	«Заріччя»	заповідне урочище	
287	«Липовий гай –1»	заповідне урочище	
288	«Липовий гай –2»	заповідне урочище	
289	«Кип'ячка»	заповідне урочище	
290	«Лисяче царство»	заповідне урочище	
291	«Попове болото»	заповідне урочище	
292	«За Даличівкою»	заповідне урочище	
293	«Гнилице»	заповідне урочище	
294	«Нижче Гологір»	заповідне урочище	
295	«Висока Могилка»	заповідне урочище	
296	«Копівчанка»	заповідне урочище	
297	«Крикливське»	заповідне урочище	
298	«Піддовга»	заповідне урочище	
299	«Піддовга»	заповідне урочище	
300	«Піддовга»	заповідне урочище	
301	«Піддовга»	заповідне урочище	
302	«Біля нафтобази»	заповідне урочище	
303	«Грбарка»	заповідне урочище	
304	«Грбарка»	заповідне урочище	
305	«За дорогою»	заповідне урочище	
306	«Бабчиха»	заповідне урочище	
307	«Гречакова долина»	заповідне урочище	
308	«Бабчиха»	заповідне урочище	
309	«Коло кринички»	заповідне урочище	
310	«Кормовий дворик»	заповідне урочище	
311	«Шкітяк»	заповідне урочище	
312	«Олійнички»	заповідне урочище	
313	«Печірки»	заповідне урочище	
314	«Олійнички»	заповідне урочище	
315	«Крижовате»	заповідне урочище	
316	«Крижовате»	заповідне урочище	
317	«За Тишківцями»	заповідне урочище	
318	«Водички»	заповідне урочище	
319	«Водички»	заповідне урочище	
320	«Кливчуки»	заповідне урочище	
321	«Під посадкою»	заповідне урочище	
322	«Кринички»	заповідне урочище	
323	«Заболотня»	заповідне урочище	
324	«За містком»	заповідне урочище	
325	«За дорогою»	заповідне урочище	
326	«За дорогою»	заповідне урочище	
327	«Осоки»	заповідне урочище	
328	«Зброди»	заповідне урочище	
329	«Гостилів»	заповідне урочище	
330	«Сіножаті»	заповідне урочище	
331	«Сіножаті»	заповідне урочище	
332	«Біля Маська»	заповідне урочище	
333	«За горбом»	заповідне урочище	
334	«Багно»	заповідне урочище	

1	2	3	4
335	«Тусули»	заповідне урочище	
336	«Танява»	заповідне урочище	
337	«Спалений дуб»	заповідне урочище	
338	«Танява»	заповідне урочище	
339	«Червоні береги»	заповідне урочище	
340	«Басарабка»	заповідне урочище	
341	«Зелеменів»	заповідне урочище	
342	«В'язина Болехівська»	заповідне урочище	
343	«Долішне»	заповідне урочище	
344	«Березина»	заповідне урочище	
345	«Під гаєм»	заповідне урочище	
346	«Торфовище»	заповідне урочище	
347	«Рихів потік»	заповідне урочище	
348	«Рахія»	заповідне урочище	
349	«Надіїв»	заповідне урочище	
350	«Підліс»	заповідне урочище	
351	«Дубове»	заповідне урочище	
352	«Кичера»	заповідне урочище	
353	«Розточанське»	заповідне урочище	
354	«Макогінка»	заповідне урочище	
355	«Чорна сигла»	заповідне урочище	
356	«Магура»	заповідне урочище	
357	«Соболь»	заповідне урочище	
358	«Грегит»	заповідне урочище	
359	«Кропивник»	заповідне урочище	
360	«Кропивник»	заповідне урочище	
361	«Пісок»	заповідне урочище	
362	«Тарасівка»	заповідне урочище	
363	«Гатчин звір»	заповідне урочище	
364	«Січка»	заповідне урочище	
365	«П'янула»	заповідне урочище	
366	«Яйко»	заповідне урочище	
367	«Магура-1»	заповідне урочище	
368	«Магура-2»	заповідне урочище	
369	«Нижній і Верхній Старецький»	заповідне урочище	
370	«Укерна»	заповідне урочище	
371	«Розколи»	заповідне урочище	
372	«Пійлівське»	заповідне урочище	
373	«Облоги»	заповідне урочище	
374	«Плоски»	заповідне урочище	
375	«Плоски»	заповідне урочище	
376	«Під горою»	заповідне урочище	
377	«Під горою»	заповідне урочище	
378	«Тодока»	заповідне урочище	
379	«Над станами»	заповідне урочище	
380	«Станіславівка»	заповідне урочище	
381	«Шепарівський ліс»	заповідне урочище	
382	«Стайки»	заповідне урочище	
383	«Кропивець»	заповідне урочище	
384	«Чимшори»	заповідне урочище	
385	«Синячки»	заповідне урочище	
386	«Ясені»	заповідне урочище	
387	«Блудний ґрунь»	заповідне урочище	
388	«Прочертъ»	заповідне урочище	
389	«Горган»	заповідне урочище	
390	«Дебриця»	заповідне урочище	
391	«Дебриця»	заповідне урочище	
392	«Боярське»	заповідне урочище	

1	2	3	4
393	«Ксьонзька поляна»	заповідне урочище	
394	«Кам'янище»	заповідне урочище	
395	«Левущик»	заповідне урочище	
396	«Левущик»	заповідне урочище	
397	«Левущик»	заповідне урочище	
398	«Підрокита»	заповідне урочище	
399	«Клива»	заповідне урочище	
400	«Малево»	заповідне урочище	
401	«Малево»	заповідне урочище	
402	«Ясенівчик»	заповідне урочище	
403	«Кіпча»	заповідне урочище	
404	«Водичний»	заповідне урочище	
405	«Водичний»	заповідне урочище	
406	«Чорненьке»	заповідне урочище	
407	«Чорненьке»	заповідне урочище	
408	«Погар»	заповідне урочище	
409	«Гиджак»	заповідне урочище	
410	«Гиджак»	заповідне урочище	
411	«Пересліп»	заповідне урочище	
412	«Окопи»	заповідне урочище	
413	«Товстий»	заповідне урочище	
414	«Салатрук»	заповідне урочище	
415	«Тавпишірка»	заповідне урочище	
416	«Райфаловець»	заповідне урочище	
417	«Рогози»	заповідне урочище	
418	«Рогози»	заповідне урочище	
419	«Комарники»	заповідне урочище	
420	«Фарфаянка»	заповідне урочище	
421	«Ельми»	заповідне урочище	
422	«Максимець»	заповідне урочище	
423	«Полянський»	заповідне урочище	
424	«Вовули»	заповідне урочище	
425	«Дошанка»	заповідне урочище	
426	«Розсіч»	заповідне урочище	
427	«Глибокий»	заповідне урочище	
428	«Явороватий»	заповідне урочище	
429	«Сітний»	заповідне урочище	
430	«Вижній кедринець»	заповідне урочище	
431	«Гропинець»	заповідне урочище	
432	«Братковець»	заповідне урочище	
433	«Хрипелівець»	заповідне урочище	
434	«Сигольський»	заповідне урочище	
435	«Букове»	заповідне урочище	
436	«Городище»	заповідне урочище	
437	«Скриповатий»	заповідне урочище	
438	«Журавенківське»	заповідне урочище	
439	«Козарівське»	заповідне урочище	
440	«Козарівське»	заповідне урочище	
441	«Козарівське»	заповідне урочище	
442	«Липівка-Дубшара»	заповідне урочище	
443	«Козарка – нова»	заповідне урочище	
444	«Нягра»	заповідне урочище	
445	«Магура»	заповідне урочище	
446	«Слобушниця»	заповідне урочище	
447	«Аршиця»	заповідне урочище	
448	«Яла»	заповідне урочище	
449	«Лопушна»	заповідне урочище	
450	«Сивуля»	заповідне урочище	

1	2	3	4
451	«Гуки»	заповідне урочище	
452	«Григітлива»	заповідне урочище	
453	«Береги»	заповідне урочище	
454	«Чуга»	заповідне урочище	
455	«Мшана»	заповідне урочище	
456	«Лужки»	заповідне урочище	
457	«Лужки»	заповідне урочище	
458	«Котелець»	заповідне урочище	
459	«Дубки»	заповідне урочище	
460	«Чорняве»	заповідне урочище	
461	«Панський луг»	заповідне урочище	
462	«Панський луг»	заповідне урочище	
463	«За Прутом»	заповідне урочище	
464	«За лазами»	заповідне урочище	
465	«Русівське»	заповідне урочище	
466	«Мар'яникове»	заповідне урочище	
467	«Мар'яникове»	заповідне урочище	
468	«Рибне»	заповідне урочище	
469	«Сілецьке»	заповідне урочище	
470	«Цовдри»	заповідне урочище	
471	«Хотимир»	заповідне урочище	
472	«Долинянське»	заповідне урочище	
473	«Хотимирське»	заповідне урочище	
474	«Свинарки»	заповідне урочище	
475	«Лебедин»	заповідне урочище	
476	«Гаївка»	заповідне урочище	
477	«Хоминське»	заповідне урочище	
478	«Ділок»	заповідне урочище	
479	«Камінець»	заповідне урочище	
480	«Ротул»	заповідне урочище	
481	«Уторопи»	заповідне урочище	
482	«Крива»	заповідне урочище	
483	«Громовий міст»	заповідне урочище	
484	«Нижнівське»	заповідне урочище	
485	«Долинянське»	заповідне урочище	



Карта ІВА території в межах Івано-Франківської області [136]



Праліси, квазіпраліси та природні ліси Івано-Франківської області [138]

Характеристики приладу FLUS ET-965

Вимірювальні величини	Діапазон вимірювань	Роздільна здатність	Точність
температура	-40 до 70 °С	0.1 °С	±1,5 °С
відносна вологість повітря	0 ~ 100 %	0.1%	±5.0 %
швидкість повітря	0,5 до 30,0 м/с	0,1 м/с	±(3% r+0,3 d)
освітленість	0 до 200 кЛюкс	0,1 Lux	±3 % ±0,5 %
рівень шуму	30 – 130 дБ частотний діапазон 31,5 Гц - 8 кГц	0.1 дБ	±1,5 дБ



Характеристики приладу ТМ-195

Діапазони вимірювання	38 мВ/м до 11 В/м
Частотний діапазон	50 МГц-3,5 ГГц.
Одиниці вимірювання	мВ/м, В/м, мкА/м, мА/м, мкВт/м ² , мВт/м ² , мкВт/см ²
Роздільна здатність дисплея	0,1 мВ/м, 0,1 мкА/м, 0,001 мкВт/м ² , 0,001 мкВт/см ² .



Москальчук Наталія Михайлівна

**Історико-культурні об'єкти розташовані у зоні можливого впливу
ВЕС «Шевченкове-1» [166]**

Назва пам'ятки	Датування	Місцезнаходження	охоронний номер
Пам'ятки містобудування і архітектури місцевого значення			
Церква св. Миколая (дер.) сакральна	1892 р.	с. Лолин	729
Церква Пресвятої Трійці (дер.) сакральна	1885 р.	с. Максимівка	730
Церква Успіння Пресвятої Богородиці (дер.) сакральна	1908 р.	с. Новий Мізунь	733
Церква св. Василя Великого (дер.) сакральна	1850 р.	с. Новошин	734
Церква Трьох Святителів (дер.) сакральна	1868 р.	с. Підліски	737
Пам'ятки археології місцевого значення			
Городище Новий Мізунь I	Київська Русь	с. Новий Мізунь, с/р Новий Мізунь, ур. Городище, північна окраїна	566
Курганний могильник Шевченкове I	Культура карпатських курганів	с. Шевченкове, с/р Шевченкове, ур. Бабич, південна окраїна села	567
Городище Шевченкове II	Київська Русь	с. Шевченкове, с/р Шевченкове, ур. Городище, південна окраїна села	568
Городище Новошин I	Київська Русь	с. Новошин, с/р Новошин, ур. Бакоцинський, або Городище, південна окраїна	569

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник начальника управління
екології та природних ресурсів
Івано-Франківської
обласної державної адміністрації
Пліхтяк А.Д.

«18» лютого 2019р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційного дослідження

асистента кафедри екології

Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Москальчук Наталії Михайлівни

Результати отримані в дисертації Москальчук Наталії Михайлівни, зокрема оцінка вітроенергетичного потенціалу Карпатського регіону та алгоритм визначення перспективних майданчиків розташування вітроелектростанцій на території Івано-Франківської області впроваджено в діяльність управління екології та природних ресурсів Івано-Франківської ОДА.

Заступник нач. відділу
дозвільної діяльності




О.М. Гуменyak

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної роботи
Івано-Франківського національного технічного
університету нафти і газу

проф.  О. М. Маандрюк

 2018 г.

АКТ

впровадження результатів дисертаційного дослідження
асистента кафедри екології
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу
Москальчук Наталії Михайлівни

Ми, що нижче підписалися, комісія у складі:

Голова – д.геол.-мінерал.наук, проф. кафедри екології Адаменко О.М.
члени комісії:

- Орфанова Марія Михайлівна, к.т.н., доцент кафедри екології;
- Зоріна Наталія Олегівна, старший викладач кафедри екології, голова метод семінару кафедри екології,

склали цей акт про те, що результати наукових дисертаційних досліджень асистента кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу Москальчук Наталії Михайлівни використовуються під час підготовки фахівців за спеціальностями 101-Екологія та 183-Технології захисту навколишнього середовища, а саме:


- бальна методика оцінки впливів на довкілля проектів відновлювальної енергетики при викладанні дисципліни «Оцінка впливів на довкілля» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальностями 101-Екологія та 183-Технології захисту навколишнього середовища, ступеня магістр;
- оцінка вітроенергетичного потенціалу території з побудовою карт при викладанні дисципліни «Комп'ютерна обробка екологічної інформації» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальностями 101-Екологія та 183-Технології захисту навколишнього середовища, ступеня бакалавр;
- алгоритм вибору перспективних майданчиків розташування ВЕС (з врахуванням орографічних, технічних та екологічних обмежень) при викладанні дисципліни «Екологічна безпека» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальностями 101-Екологія та 183-Технології захисту навколишнього середовища, ступеня бакалавр;
- геопросторове планування майданчиків розташування ВЕС на основі ГІС-підходу при викладанні дисципліни «Геоінформаційні системи в екології» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальностями 101-Екологія та 183-Технології захисту навколишнього середовища, ступеня магістр.

Голова комісії
д. геол.-мінерал. н., професор

 О.М. Адаменко

Члени комісії:

 М. М. Орфанова

 Н.О. Зоріна