

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

МАСІКЕВИЧ Андрій Юрійович

УДК: 502.63

**НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ**

спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Дисертація подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних
наук

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



А. Ю. Масікевич

Підпис

Ініціали та прізвище дисертанта

Науковий консультант
Мальований Мирослав Степанович,
доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України

Харків – 2020

	ЗМІСТ	стор.
	ВСТУП	29
РОЗДІЛ 1	АНАЛІЗ ОСНОВНИХ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕПЕКИ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГІРСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ	37
1.1	Аналіз концептуальних підходів до забезпечення екологічної безпеки Карпат	37
1.2	Фізико-хімічна оцінка біотопу Карпат	45
1.3	Мікробіологічна оцінка стану компонентів гірських екосистем	59
1.4	Перспективи використання некондиційних відходів деревини для виробництва біопалива	62
1.5	Сталий розвиток гірських територій	68
1.6	Обґрунтування завдань дослідження	86
РОЗДІЛ 2	КОНЦЕПЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	87
2.1	Концептуальна схема досліджень	87
2.2	Методика отримання паливних гранул із деревних відходів та визначення їхніх фізико-хімічних показників	92
2.3	Методика визначення концентрації аероіонів	107
2.4	Методика вивчення мікробіологічної та біологічної активності ґрунтів	108
2.5	Методика вивчення гідробіонтів	110
2.6	Методика визначення активності фотосинтетичних показників	110
2.7	Методика визначення санітарно-гігієнічних показників, хімічного складу та рН водного середовища	110
2.8	Методика проведення досліджень очищення стічних вод харчових виробництв	116

2.9	Обробка експериментальних даних при аналізі масивів метеорологічної інформації про хімічний склад атмосферних опадів	117
2.10	Статистична оцінка даних вимірювань та обчислень	118
2.11	Висновки до розділу 2	119
РОЗДІЛ 3	МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ	121
	КОМПОНЕНТІВ ЕКОСИСТЕМ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ	
	ДЖЕРЕЛ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА	
	ТЕРИТОРІЇ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ	
	КАРПАТ	
3.1	Характеристика району досліджень	121
3.2	Екологічний стан поверхневих вод	124
3.2.1	Санітарно-гігієнічний та мікробіологічний стан поверхневих вод	124
3.2.2	Вплив стоків переробної промисловості на поверхневі води	132
3.2.3	Вплив атмосферних опадів на поверхневі та підземні води	134
3.3	Екологічний стан ґрунтів	146
3.4	Екологічний стан атмосферного повітря	151
3.4.1	Санітарно-мікробіологічна оцінка атмосферного повітря	151
3.4.2	Аероіонний склад атмосферного повітря	154
3.4.3	Показники активності фотосинтетичного апарату	158
3.5.	Стан та динаміка накопичення відходів лісозаготівлі і деревообробки та оцінка перспективності використання їх для створення біопалива	162
3.6	Стан та динаміка змін популяційного здоров'я жителів досліджуваного регіону	164
3.7	Загальна оцінка екологічного стану та екологічних викликів в районі досліджень	168

3.8	Висновки до розділу 3	173
РОЗДІЛ 4	СИСТЕМА НАУКОВИХ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ	175
4.1	Утилізація відходів перероблення деревини шляхом створення паливних гранул та брикетів з метою мінімізації екологічної небезпеки для ґрунтового покриву та поверхневих вод	175
4.1.1	Дослідження кінетики сушіння відходів лісового господарства	176
4.1.1.1	Вплив висоти шару відходів лісового господарства на процес сушіння	177
4.1.1.2	Вплив температури теплового агента на процес сушіння	185
4.1.1.3	Обґрунтування режиму сушіння відходів лісової промисловості (тирси)	190
4.1.2	Дослідження формування паливних гранул методом екструзії	191
4.1.2.1	Встановлення оптимальної вологості сировини	192
4.1.2.2	Встановлення оптимального співвідношення: тверда маса – зв’язуюче	193
4.1.3	Дослідження формування паливних брикетів методом пресування	198
4.1.4	Перспективні технологічні схеми установок із формуванням паливних гранул та паливних брикетів	207
4.1.4.1	Принципова схема формування паливних гранул екструзійним методом із додаванням зв’язуючої речовини	208
4.1.4.2	Технологічна схема формування паливних брикетів методом пресування	210
4.1.4.3	Проведення дослідно-промислових випробовувань на	211

	установці формування паливних брикетів високого тиску	
4.2	Технологічні рішення і управлінські заходи для мінімізації екологічної небезпеки в гідроекосистемах	215
4.2.1	Дослідження щодо зниження рівня органічного та мікробіологічного забруднення водотоків	216
4.2.2	Розроблення методу очищення стічних вод, джерелами забруднень яких є підприємства переробної промисловості невеликої продуктивності, від органічних забруднень із використанням реагентних методів	220
4.2.2.1	Фізико-хімічні основи окиснення органічних сполук у стоках гіпохлоритом натрію	222
4.2.2.2	Експериментальні дослідження окиснення органічних сполук у стоках Вашківецького спиртозаводу гіпохлоритом натрію	226
4.3	Висновки до розділу 4	230
РОЗДІЛ 5	СИСТЕМА НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ, УПРАВЛІНСЬКИХ ЗАХОДІВ І ЗАЛУЧЕННЯ ГРОМАДСЬКОСТІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМ ТА НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ НАПРАВЛЕНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ	232
5.1	Заходи, ціллю яких є підвищення екологічної свідомості населення	232
5.1.1	Законотворча та виконавча природоохоронна діяльність держави	232
5.1.2	Роль екологічної освіти в збереженні та відновленні екосистем Покутсько-Буковинських Карпат	233
5.1.3	Діяльність громадських організацій, що направлена на	245

забезпечення сталого розвитку Українських Карпат	
5.1.4 Роль церкви та засобів масової інформації в екологічній просвіті	257
5.2 Перспективи та стан розбудови екомережі на території Східних Карпат	259
5.3 Пропозиції стосовно вирішення екологічних проблем та підвищення рівня екологічної безпеки Українських Карпат нормативно-правовими та управлінськими методами	265
5.4 Програма сталого розвитку НПП «Вижницький» та наукове обґрунтування екологічної безпеки регіону	267
5.5 Висновки до розділу 5	276
ВИСНОВКИ	278
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	280
ДОДАТКИ	328

АНОТАЦІЯ

Масікевич А. Ю. Науково-практичні засади підвищення рівня екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека». – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, Харків, 2020.

Захист дисертації відбудеться на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05.05 Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

У дисертаційній роботі приведені результати наукових досліджень, направлених на обґрунтування науково-практичних засад підвищення рівня екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат.

Огляд літератури (*розділ 1*) засвідчив, що гірські екосистеми Українських Карпат характеризуються досить низькою стійкістю до антропогенного впливу. Внаслідок нераціонального ведення лісового господарства, непродуманого будівництва мініГЕСів, розорювання та підрізання схилів, прокладання доріг, випасу свійських тварин тощо руйнуються гірські ландшафти, відбувається ерозія ґрунтового покриву, спостерігаються періодичні паводкові явища. Характеристика екологічного стану Східних Карпат, оцінка основних викликів для екологічної безпеки гірських територій представлена в публікаціях Адаменка О. М., Адаменка Я. О., Архипової Л. М., Голубця М. А., Мальованого М. С., Рудька Г. І., Стойка С. М., Солодкого В. Д., Хвесика М. І. та ін. Для Покутсько-Буковинських Карпат притаманна більшість екологічних проблеми, які є типовими для всього Карпатського регіону. Водночас для цієї гірської території характерні специфічні особливості, зумовлені властивістю кліматичних умов, веденням

традиційного господарства, транскордонним розташуванням тощо. На основі аналізу джерел літератури обґрунтовано завдання дисертаційних досліджень.

У *другому розділі* дисертації обґрунтовано методологічний підхід до визначення екологічного стану та рівня екологічної безпеки гірських територій. Цей підхід базується на використанні санітарно-екологічних показників як чутливих індикаторів змін навколишнього середовища під впливом антропогенного фактора. Запропоновано нові методичні підходи очищення поверхневих вод та отримання брикетів із деревних відходів. Наведено опис експериментальної установки для отримання паливних гранул методом екструзії, представлено методи оцінки якості отриманого матеріалу.

Третій розділ присвячений оцінці екологічних викликів та екологічного стану компонентів екосистем (водної мережі, ґрунту та атмосферного повітря) Покутсько-Буковинських Карпат. Показано, що активна господарська діяльність призводить до суттєвого забруднення річкової мережі гірських територій відходами лісопереробки, що доводить істотне збільшення у воді вмісту завислих речовин та органічних забруднювачів у порівнянні із еталонною «заповідною» зоною національного природного парку «Вижницький» (НПП). Зростання вмісту завислих речовин та органічних забруднювачів супроводжується зменшенням у воді вільного кисню та зростанням величини показників БСК, ХСК, загального окиснення. Дослідження бактеріального стану водної мережі показали, що зростає величина санітарно-мікробіологічних показників униз за течією всіх зазначених водотоків. Встановлено збільшення колі-індексу в середньому в 2 рази в пробах річкової води, відібраних у господарській зоні НПП та зоні традиційного господарювання довкола заповідного об'єкта, якщо порівняти з показниками колі-індексу заповідної зони НПП. При цьому загальне мікробне число (КУО/дм³) перевищувало в 2-4 рази нормативні показники, прийняті в країнах ЄЕС (Surface Water Directive: 75/440 EEC). Встановлено, що надмірний антропогенний вплив призводить до виснаження ґрунтів, змінює активність

їхнього ферментативного комплексу, склад та чисельність мікроорганізмів, призводить до їх деградації та порушує екологічну безпеку природних та напівприродних комплексів. Ґрунти антропогенно змінених ландшафтів, які перебувають за межами НПП, характеризуються високим вмістом санітарно-показових бактерій. Цим ґрунтам властива висока біологічна активність, про що свідчить рівень активності ферменту уреазу та співвідношення основних форм сполук нітрогену. Встановлено, що атмосферне повітря господарської зони НПП та зони традиційних господарських ландшафтів, розміщених довкола території заповідного об'єкта, характеризуються збільшенням загального мікробного числа та видового різноманіття мікрофлори. Виявлено, що природне та напівприродне середовище заповідної зони НПП «Вижницький» характеризується високим вмістом легких аероіонів. Мінімальне значення вмісту аероіонів зафіксовано в господарській зоні заповідного об'єкта, що можна пояснити рівнем антропогенного впливу на стан атмосферного повітря гірських лісових екосистем. Показано також, що деградація пігментної системи, ймовірно, призводить до зміни як структури, так і функціональної активності фотосинтетичного апарату рослин зони господарських ландшафтів гірських екосистем. Санітарно-гігієнічний стан поверхневих вод і ґрунтів значною мірою визначається атмосферними опадами та станом забруднення атмосферного повітря. Отримані нами впродовж останніх п'яти років результати показали, що для оцінки атмосферних опадів із точки зору виникнення екологічної небезпеки важливе значення має не стільки концентрація забруднювачів у атмосферному повітрі, скільки їх співвідношення (особливо це стосується кислототвірних іонів).

На підставі проведених моніторингових досліджень дано загальну оцінку екологічного стану гірської екосистеми Покутсько-Буковинських Карпат та проведено оцінку екологічних викликів регіону досліджень.

Четвертий розділ присвячено розробленню технічних рішень для підвищення рівня екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат.

Запропоновано технологічні та управлінські заходи для мінімізації екологічної небезпеки. Представлено результати дослідження нового технологічного підходу до утилізації відходів деревини шляхом отримання гранул та брикетів методом екструзії з використанням природного лігнінов'язучого компонента. Узагальнено результати досліджень кінетики сушіння, визначено залежність вологості від висоти шару та теплового агента, встановлено залежність для розрахунку критичної вологості. Використання зв'язуючої речовини дозволило знизити потужність двигуна на 40%, а також збільшити теплотворну здатність та густину отриманих паливних брикетів на 20% та 10% відповідно. Додавання зв'язуючої речовини дало можливість зменшити тиск під час технологічного процесу формування брикетів, що забезпечує певну їхню статистичну міцність. Ідентифіковано основні джерела забруднення річкової мережі. Розроблено технологію очищення стічних вод підприємств переробної промисловості невеликої продуктивності від органічних забруднень із використанням реагентних методів (застосування гіпохлориту натрію) та використання волокнистого носія типу «ВІЯ». Встановлене рівняння, яке описує кінетику окиснення органічних забруднень гіпохлоритом, шляхом ідентифікації теоретичного рівняння експериментальним даним, встановлене значення константи швидкості процесу окиснення органічних домішок. Розроблена принципова технологічна схема процесу очищення стоків від органічних домішок.

П'ятий розділ містить аналіз нормативно-правового забезпечення природоохоронної діяльності, участі державних структур та громадськості у формуванні екологічного світогляду та реалізації проектів направлених на розбудову екологічної мережі в регіоні Східних Карпат. Значна увага приділена аналізу участі жителів регіону у підтриманні сталого розвитку Покутсько-Буковинських Карпат через освітні, культові та громадські екологічні організації. Розроблено та впроваджено програму сталого розвитку заповідних територій на основі дотримання принципів екологічної безпеки для

національних природних парків «Вижницький» і «Гуцульщина», що розміщені в регіоні досліджень Покутсько-Буковинських Карпат. Представлено наукове обґрунтування екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат на основі моніторингових досліджень екотопу із врахуванням сталого розвитку гірської екосистеми. Показано, що сталий розвиток Покутсько-Буковинських Карпат визначається поєднанням компонентів екотопу та біотопу на різних рівнях організації матерії: від атомно-молекулярного до екосистемного. Збалансованість зв'язків між окремими блоками біотичного та фізичного (абіотичного) середовища забезпечують в решті решт «здоров'я екосистеми» загалом. «Порушення» у роботі будь-якої з підсистем відображається на збалансованості (сталому розвитку) гірських територій та зумовлює їх екологічну безпеку.

Основні слова: гірські території, антропогенна діяльність, санітарно-екологічні індикатори, еталонні території, екологічна безпека, сталий розвиток.

ANNOTATION

Masikevich A.Yu. Scientific and practical basis of ecological safety of the mountain ecosystem of the Pokutsky-Bukovina Carpathians. - Qualification scientific work on the manuscript right.

Thesis for a Doctor of Technical Sciences Degree by specialty 21.06.01 - ecological safety. - National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2020.

The defense of the dissertation will be held at a meeting of the specialized academic council D 20.052.05.05 Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

The dissertation presents the results of scientific researches aimed at substantiation of scientific and practical principles of increasing the level of ecological safety of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians.

A review of the literature (Section 1) revealed that mountain ecosystems of the Ukrainian Carpathians are characterized by rather low resistance to anthropogenic influence. Due to irrational forestry, ill-conceived construction of miniges, plowing and cropping of slopes, paving roads, grazing of animals, etc., mountain landscapes are destroyed, soil erosion is eroded, and periodic flood events occur. Characteristics of the ecological status of the Eastern Carpathians, assessment of major challenges for the environmental safety of mountain areas are presented in the publications Adamenko O. M, Adamenko Y. O., Arkhipova L. M., Golubets M. A, Malyovanyj M. S., Rudko G. I., Stoyka S. M., Solodky V. D., Khvesik M. I., etc. For the Pokutsko-Bukovynian Carpathians, most of the environmental problems that are typical for the whole Carpathian region are inherent. At the same time, this mountainous territory is characterized by specific features caused by the landscape, the property of the climatic conditions, the management of the traditional farm, the transboundary location, etc.

The second section of the dissertation substantiates the methodological approach to determining the ecological status and level of ecological safety of

mountain areas. This approach is based on the use of sanitary and environmental indicators as sensitive indicators of environmental change under the influence of anthropogenic factor. New methodological approaches to surface water purification and briquettes from wood waste are proposed. The description of the experimental device for the production of fuel granules by the extrusion method is given, the methods of estimating the quality of the obtained material are presented.

The third section is devoted to the assessment of ecological challenges and ecological status of ecosystem components (water network, soil and atmospheric air) of Pokutsko-Bukovynian Carpathians. It is shown that active economic activity leads to significant pollution of the river network of mountain territories by forestry waste, which proves a significant increase in the content of suspended substances and organic pollutants in the water, compared with the reference "protected" zone of the National Natural Park "Vizhnytskyi" (NNP). An increase in the content of suspended solids and organic pollutants is accompanied by a decrease in free oxygen in water and an increase in the values of BOC (biochemical oxygen consumption), COC (chemical oxygen consumption), and total oxidation. Studies of the bacterial state of the water network have shown that the value of sanitary and microbiological indicators downstream in all these watercourses is increasing. A two-fold increase in the amount of the Coli-index was found in the river water samples sampled in the NNP economic zone and the traditional economic zone around the protected site when compared with the Coli-index of the NPP protected area. In this case, the total microbial number (CFO/dm³) exceeded 2-4 times the normative indicators adopted in the EU countries (Surface Water Directive: 75/440 EU). It has been established that excessive anthropogenic influence leads to soil depletion, changes the activity of their enzymatic complex, composition and number of microorganisms, leads to their degradation and violates the ecological safety of natural and semi-natural complexes. Soils of anthropogenically altered landscapes outside the NNP are characterized by high levels of sanitary bacteria. These soils are characterized by high biological activity, as evidenced by the level of activity of the enzyme urease

and the ratio of the main forms of nitrogen compounds. It is established that the atmospheric air of the NNP economic zone and the zones of traditional economic landscapes located around the territory of the protected object are characterized by an increase in the total microbial number and species diversity of the microflora. It is revealed that the natural and semi-natural environment of the NNP “Vizhnytskyi” protected area is characterized by high content of light air ions. The minimum value of the content of air ions is recorded in the economic zone of the protected object, which can be explained by the level of anthropogenic impact on the atmospheric air of mountain forest ecosystems. It is also shown that degradation of the pigment system probably leads to changes in both the structure and the functional activity of the photosynthetic plant apparatus of the zone of economic landscapes of mountain ecosystems. The sanitary and hygienic condition of surface waters and soils is largely determined by atmospheric precipitation and, in fact, by the state of air pollution. Our findings over the last five years have shown that not only the concentration of pollutants in the air, but their ratio (especially with acid-forming ions), is important for assessing atmospheric precipitation from the point of view of environmental hazards.

On the basis of the of the monitoring studies an overall assessment of the ecological status of the mountain ecosystem of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians is given and an assessment of the environmental challenges of the study area is conducted.

The fourth section is devoted to the development of technical solutions for improving the environmental safety of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians. Technological and management measures to minimize environmental hazards have been proposed. The results of the study of a new technological approach to the utilization of wood waste by the production of granules and briquettes by extrusion method using a natural lignin binding component are presented. The results of drying kinetics studies are generalized, the dependence of humidity on the height of the layer and the thermal agent is determined, the dependence for the calculation of

critical humidity is determined. The use of a binder reduced the engine power by 40% and increased the calorific value and density of the fuel briquettes obtained by 20% and 10%, respectively. The addition of a binder made it possible to reduce the pressure during the briquette molding process, which provides some statistical strength. The main sources of pollution of the river network have been identified. The technology of sewage treatment of the enterprises of processing industry of low productivity from organic pollution with the use of reagent methods (application of sodium hypochlorite) and the use of fibrous carrier type "VIYA" was developed. An equation describing the kinetics of oxidation of organic contaminants by hypochlorite is established, by identifying the theoretical equation by experimental data, and the value of the rate constant of the oxidation process of organic impurities is established. The conceptual technological scheme of the process of sewage treatment from organic impurities has been developed.

The fifth section provides an analysis of regulatory support for environmental protection, the involvement of state structures and the public in shaping the ecological outlook and implementing projects aimed at building an ecological network in the Eastern Carpathian region. Much attention is paid to analyzing the participation of the region's inhabitants in supporting the sustainable development of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians through educational, religious and public environmental organizations. A program for sustainable development of protected areas was developed and implemented on the basis of adherence to the principles of ecological safety for the national nature parks "Vizhnitsky" and "Hutsulshchyna", located in the study area of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians. The scientific substantiation of ecological safety of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians is presented on the basis of ecotope monitoring studies taking into account the sustainable development of the mountain ecosystem. It is shown that the sustainable development of the Pokut-Bukovynian Carpathians is determined by the combination of ecotope and biotope components at different levels of matter organization: from atomic-molecular to ecosystem. The balance between the

individual blocks of the biotic and physical (abiotic) environment is ultimately ensured by ecosystem health in general. The "deviation" of any of the subsystems reflects on the balance (sustainable development) of the mountain areas and their ecological safety.

Key words: mountain areas, anthropogenic activity, sanitary and ecological indicators, reference territories, ecological safety, sustainable development.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз даних

1. M. Malovanyu, G. Krusir, O. Holodovska, A. Masikevych. Reagent purification of the processing industry enterprises effluents. *Food science and technology*. 2018. Vol. 12, Issue 3. P. 109–116. (**Web of Science**). (Обґрунтовано методу досліджень)
2. Myroslav Malovanyu, Andrew Masikevych, Mikhail Kolotylo, Valery Yaremchuk. Analysis of environmental safety of recreational territories of mountain ecosystems and development of technical measures for its stabilization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol 6, No 10 (102).15-24. (**SCOPUS**). (Сформульовано науково-методичні підходи планування досліджень)
3. Masikevych Yuriy, Myslytsky Valentyn, Tkachuk Svitlana, Masikevych Andrij. Safe environment-guranty of the population health highlanders. Challenges for ecological and technological safety of the Carpathian region. *Current issues of social studies and history of medicine: Joint Ukraine-Romanian scientific journal*. Chernivtsy-Suceva: Bucovinian State Medical University-Stepan Cel Mare University of Suceva. 2015. N 4 (8). P. 72–78. ISSN: 2311-9896. (**Index Copernicus**). (Проведення експериментальних досліджень)
4. Masikevych Yuriy, Valentyn Myslytsky, Svitlana Tkachuk, Andriy Masikevych. Safe environment – key of helth of higlanders. Announcement II. Sanitary aspects of environmental safety of mountain regions and population of health of horyan

- of Chernivtsi region. *Current issues of social studies and history of medicine: Joint Ukraine-Romanian scientific journal*. Chernivtsy-Suceva: Bucovinian State Medical University-Stepan Cel Mare University of Suceva. 2016. № 2 (10). P. 78–80. ISSN: 2311-9896. (**Index Copernicus**). (Узагальнення даних досліджень)
5. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Основні передумови та виклики для екологічної безпеки гірських територій Покутсько-Буковинських Карпат. *Eastern European scientific journal*. Warszawa (Polska). 2016. Vol. 1, № 1(5). С. 128–132 (**Index Copernicus**). (Розроблення теоретичних положень)
 6. Masikevych A., Kolotylo M., Yaremchuk V., Masikevych Yu., Myslytskyi V., Burdenyuk I. Use of artificially created “biofilters” for assessing the quality and purification of surface water in protected areas. *Danish Scientific Journal*. 2017. No 7. P. 57–59. (**DIIF, IJIF, SIS**). (Обґрунтовано методика досліджень)
 7. An. Masikevych, M. Kolotylo, V. Yaremchuk, Yu. Masikevych, V. Myslytsky, I. Burdeniuk, K. Dombrovskyi Research of microbiological indicators of quality of surface waters of natural environmental territories of the Danube basin. *EURIKA: Physics Sciences and Engineering*. 2018. No 2. P. 3–11. (**Index Copernicus**). (Проведено аналіз результатів)
 8. Masikevych A. Yu, Kolotylo M. P, Yaremchuk V. M, Masikevych Yu. G. Sanitary – microbiological preconditions for ecological safety of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians. *Danish Scientific Journal*. 2018. No 19. P. 50–57. (**DIIF, IJIF, SIS**). (Сформульовані теоретичні положення)
 9. Masikevych A. Yu., Heretsun H. M., Masikevych Yu. G., Kolotylo M. P., Yaremchuk V. M., Atmospheric protection as a composition of environmental safety of the region. *East European Science Journal*. 2018. N12 (40). P. 30–34. (**Index Copernicus**). (Взята участь в польових дослідженнях)
 10. Masikevych A. Yu. The public sector as the driving force of environmental protection and increasing the level of its environmental safety. *East European*

Scientific Journal.2019. No 11(51). Part 5. P. 19-23. (**Index Copernicus**).
(Обґрунтовано методику досліджень)

Монографії

11. Andrew Masikevych, Yuri Masikevych, Valentyn Myslytsky, Ivan Burdeniuk. Valuation hydroecological and sanitary-hygienic condition of the river network of Pokutsko-Bukovinian Carpathians. *Water Security: Monograph*. Mykolaiv: PMBSNU-Bristol: UWE. 2016. P. 98–108 (308 p.). ISBN 978-617-7421-13-8.
(Сформульовані теоретичні положення)
12. A. Masikevych, M. Malovanyu, Yu. G. Masikevych, M. Kolotylo, V. Yaremchuk, V. F. Myslytsky, I. P. Burdenyuk. Characteristics of the main components of ecological safety of the Pokutsko-Bukovinian Carpathians. *Water Supply and Wasterwater Disposal. Monografie edited Henryk Sobczuk, Beata Kowalska*. Lublin: Lublin University of Technology. 2018. P. 132–151.
(Проведені експериментальні дослідження)

Статті у фахових наукових виданнях із переліку МОН України

13. Хлистун Н. Я., Масікевич А. Ю. Спостереження за видами, що загрожують екологічній рівновазі урбоєкосистеми. *Збірник наукових праць Подільського держ. аграрно-технічн. ун-ту. Спеціальний випуск до ІХ науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансов. природокористування»*. 2009. С. 107–109. (Обґрунтовано методику досліджень)
14. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Вилучення легколетких компонентів зі стічних вод при застосуванні вакуум-імпульсної десорбції. *Науково-техніч. журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»*. 2010. №2. С. 24–27. (Аналіз та узагальнення даних досліджень)
15. В. Ф. Моїсеєв, О. М. Філенко, А. Ю. Масікевич. Взаємний вплив гідродинамічних і структурних параметрів на висоту газорідного шару в комбінованому пристрої. *Вісник Національного технічного*

- університету «ХПІ». 2010. №44. С. 78–83. (*Перевірка адекватності експериментальних результатів теоретичним положенням*).
16. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю. Вивчення можливості використання фотосинтетичних показників для з'ясування стану урбоєкосистеми. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. вип. 21.16. С. 316–319. (*Обґрунтовано методика досліджень*)
 17. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю. Перспективи утилізації відходів деревини у Чернівецькій області. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2011. вип. 2 /2011(12). С. 63–66. (*Проведення експериментальних досліджень*)
 18. Ю. Г. Масікевич, В. Д. Солодкий В. Д., А. Ю. Масікевич, В. Ф. Моїсеєв. Оцінка енергетичного потенціалу лісонасаджень Чернівецької області. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2012. №39. С. 129_135. (*Обґрунтовано методика досліджень*)
 19. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю., Білоконь М. В., Мислицький В. Ф. Показники активності фотосинтетичного апарату як індикатор екологічного стану урбанізованого середовища. *Збірник наукових праць Подільського держ. аграрно-технічн. ун-ту. Спеціальний випуск до ІХ науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансов. природокористування»*. 2014. С. 97–99. (*Аналіз та узагальнення експериментальних результатів*)
 20. Масікевич Ю. Г., Жуковський О. М., Масікевич А. Ю. Актуальні проблеми екологічної безпеки Буковинських Карпат. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2015. №2(20). С. 15–18. (*Теоретичні узагальнення результатів*)
 21. Герещун Г. М., Масікевич А. Ю. Оцінювання рівня екологічної небезпеки міського середовища, спричиненої техногенною трансформацією атмосферних опадів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т.27, № 3. С. 95–98. (*Хімічний аналіз проб та інтерпретація результатів*)

22. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М. Мікробіологічна активність ґрунтів як елемент екологічної безпеки територій природно-заповідного фонду. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2018. вип.1 (25) С. 32–37. (Проведення мікробіологічних досліджень)
23. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М. Оцінка стану атмосферного повітря в межах функціональних зон національного природного парку «Вижницький». *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2018. №26 (1302). Том 2. С.78–82. (Обґрунтовано методика досліджень)
24. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М., Масікевич Ю. Г. Ефективність технічних споруд волокнистого носія «Вія» для очистки поверхневих вод заповідних та антропогенно-навантажених ділянок річкової мережі Покутсько-Буковинських Карпат. *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2018. №45 (1321). С. 173–178. (Теоретичне обґрунтування отриманих результатів)
25. Andriy Masikevich, Myroslav Malyovanyj, Valery Yaremchuk, Michael Kolotilo, Yury Masikevich. Sanitary and microbiological status of surface waters of protected areas and traditional economic landscapes of the Carpathians in Pokuttia-Bukovina region. *Environmental Problems*. 2018. Vol. 3, №4. P. 265–272. (Проведення експериментальних досліджень)
26. А. Ю. Масікевич, В. М. Яремчук, Р. Я. Бать, Ю. Г. Масікевич, М. С. Мальований, В. М. Атаманюк. Утилізація деревних відходів шляхом виготовлення паливних гранул методом екструзії. *Вісник НЛТУ України*. 2019. Т.29, №1. С. 93–97. (Узагальнення отриманих результатів)
27. Andriy Masikevych, Mykhailo Kolotylo, Roman Bat, Yuriy Masikevych, Myroslav Malovanyu, Volodymyr Atamaniuk, Kateryna Petrushka. Wood wastes utilization of the Pokuttia-Bukovyna Carpathians as the result of introduction of improved production technology of fuel briquettes.

Environmental Problems. 2019, Vol. 4, №1. С. 24–31. (Розроблено методику досліджень)

28. Герещун Г. М., Хлистул Н. Я., Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Аналіз кислотних властивостей атмосферних опадів міста Чернівці з позицій екологічної безпеки. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2019. Т. 1, № 5(24). С. 22–25. (Проведення відбору та аналізу проб)
29. Масікевич А. Ю. Фотосинтетичні індикатори стану забруднення атмосферного повітря Покутсько-Буковинських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019, т. 29, № 9. С. 87–91. [https://doi.org/ 10.36930/40290915](https://doi.org/10.36930/40290915). (Проведено порівняльного теоретичного аналізу)
30. Andriy Masikevych. Conceptual approach to minimalization of environmental hazard for the Pokutsko-Bukovinian Carpathians. *Environmental problems*. 2019. Vol 4, No. 4. P 203-211. (фахове видання, технічні науки, INDEX COPERNICUS). <https://doi.org/10.23939/ep2019.04.203>. (Обґрунтовано методику досліджень)

Статті в інших наукових виданнях

31. Масікевич А. Ю., Тащук М. В. Екологічна безпека та використання водних ресурсів Буковини. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2009. №3 (25). С. 3–7. (Проведення експериментальних досліджень)
32. Ю. Масікевич, М. Білоконь, Масікевич А., С. Скригунець. Перспективи розвитку екомережі на Гуцульщині. *Праці Косівського осередку НТШ ім. Шевченка. Том IV: Краєзнавство*. 2012. С. 30–37 (фахове видання, суспільні науки). (Теоретичні узагальнення)
33. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю. Гігієнічна якість води в річках Буковинських Карпат як показник екологічної безпеки регіону. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 3-4. С. 104–108 (фахове видання, географічні науки). (Обґрунтовано методику досліджень)
34. Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Масікевич А. Ю. Популяційне здоров'я горян Чернівецької області. *Клін. та експерим. патол.* 2015. Т.

XIV, № 4 (54). С. 90–93 (фахове видання, медичні науки, Index Copernicus). *(Проведення статистичних узагальнень)*

35. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю. Ризики та виклики для сталого розвитку гірських екосистем Буковинських Карпат. *Академику Л. С. Бергу -140 лет: Сборник научных статей*. Бендеры, 2016. С. 178–181. *(Теоретичний аналіз та узагальнення)*
36. Масікевич Ю. Г., Тюленева В. О., Масікевич А. Ю. Стан атмосферного повітря як індикатор популяційного здоров'я *(Проведення досліджень стану атмосферного повітря та популяційного здоров'я жителів Чернівецької області)*. *Science of Europe*. 2020. VOL. № 47. P. 19-23.

Патенти

37. Пат. КМ 135426 Україна. Спосіб біологічного очищення малих річок. Опубл. 25.06.2019. Бюл. № 12. *(Формулювання ідеї патенту)*
38. Пат. КМ 135984 Україна. Паливний формований виріб. Опубл. 25.07.2019. Бюл. № 14. *(Обґрунтування формули патенту)*

Наукові праці, які свідчать про апробацію матеріалів дисертації:

39. Масікевич А. Ю., Зайцев Ю. І. Аналіз стану сучасних технологій утилізації відходів сільськогосподарського виробництва. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Регіональні та транскордонні проблеми екологічної безпеки. Горбуновські читання»* (м. Чернівці, 5-7 травня 2011 року). Чернівці, 2011. С. 103–104. *(Теоретичний аналіз)*
40. Масікевич А. Ю. Вивчення механізмів утилізації відходів лісопереробного комплексу та хімічної промисловості. *Розвиток прикладної екології на Буковині. Матеріали ювілейної конференції з нагоди 15-річчя Чернівецького факультету Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Чернівці-Харків, 2012. С. 70–75. *(Збір та узагальнення статистичної інформації)*
41. Масікевич Ю. Г., Скригунець С. Д., Масікевич А. Ю. Гірська туристична школа Віктора Горбунова. *Оцінка екологічного стану території та*

- перспективи розвитку туризму і рекреації Чернівецької області. Горбуновські читання* (м. Чернівці, 19 квітня 2012 року). Чернівці, 2012. С. 48–50. (Теоретичне узагальнення матеріалу)
42. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Солодкий В. Д. Еколого-економічна доцільність утилізації відходів деревини *Горбуновські читання* (м. Чернівці, 19 квітня 2012 року). Чернівці, 2012. С. 40–41. (Формулювання цілей та завдань публікації)
43. Масікевич Ю. Г. Масікевич А. Ю. Стан гірських водотоків як інтегральний показник екологічної безпеки Карпатського регіону. *V Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною* (м. Вінниця, 23-26 вересня 2015 р.). Вінниця, 2015. С. 111. (Обґрунтовано методика досліджень)
44. Масікевич Ю. Г., Жуковський О. М. Масікевич А. Ю. Актуальні проблеми екологічної безпеки Буковинських Карпат. *Проблеми екологічної безпеки: Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-технічної конференції* (м. Кременчук, Україна, 6-8 жовтня 2015 р.). Кременчук, 2015. С. 28. (Теоретичний аналіз)
45. Масікевич А. Ю. Сучасні антропогенні загрози для екологічної безпеки гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат. *Екологічний стан і здоров'я жителів міських екосистем. Горбуновські читання: тези доповідей*. (м. Чернівці, 5-6 травня 2016 року) Чернівці, 2016. С. 110. (Аналіз та узагальнення статистичної інформації)
46. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Санітарно- екологічний стан гірських річок як основа екобезпеки регіону. *4-й міжнародний конгрес захисту навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: збірник матеріалів* (м. Львів, 21-23 вересня 2016 року). Львів, 2016. С. 34. (Аналіз санітарно-екологічних показників)
47. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Розвиток прикладної екології на Буковині. *Міжнародна наукова конференція присвячена 80-річчю від дня народження Михайла Павловича Ленюка: матеріали конференції* (м.

- Чернівці, 28-30 жовтня 2016 року). Чернівці, 2016. С. 166–167. (Обґрунтовано методу теоретичних досліджень)
48. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. «Здоров'я» гірських екосистем в аспекті децентралізації економіки. *Проблеми екологічної безпеки. XIV Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали конференції* (м. Кременчук, Україна, 12-14 жовтня, 2016 р.). Кременчук, 2016. С. 72. (Узагальнення економічних показників)
49. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю. «Здоров'я» екосистеми як елемент її екологічної безпеки. *Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції*. (м. Харків, 19-22 квітня 2016 р.) Харків, 2016. С. 183. (Узагальнення показників стану довкілля)
50. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Бурденюк І. П., Яремчук В. М. Еколого-гігієнічна характеристика заповідних територій. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії: збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 30-річчю біологічного факультету Запорізького національного університету* (м. Запоріжжя, 26-28 квітня 2017 р.). Запоріжжя, 2017. С. 252–253. (Проведення еколого – гігієнічного аналізу)
51. Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Хлистун Н. Я., Масікевич А. Ю. Кафедра екології і права як осередок розвитку прикладної екології на Буковині. *Розвиток прикладної науки, освіти та студентського самоврядування на Буковині: матеріали Всеукраїнської наукової конференції, присвяченої 20-річчю від дня заснування Чернівецького факультету НТУ «ХПІ»* (м. Чернівці, 26-27 травня 2017 р.). Харків, 2017. С. 81–82. (Теоретичне обґрунтування)
52. Масікевич Ю. Г., Яремчук В. М., Масікевич А. Ю., Мислицький В. Ф., Бурденюк І. П., Домбровський К. О. Санітарно-гігієнічні показники водотоків як елемент екологічної безпеки заповідних територій. *Сталий*

розвиток – погляд у майбутнє»: семінар до 60-річчя д-ра техн. наук, проф., зав. кафедри екології та збалансованого природокористування, заслуж. діяча науки і техніки України Мирослава Мальованого: збірник матеріалів (м. Львів, 15 вересня 2017 р.). Львів, 2017. С. 11. (Аналіз гідродинамічного стану водотоків)

53. Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф. Масікевич А. Ю., Бурденюк І. П., Яремчук В. М., Скригунець С. Д. Санітарно-гігієнічні показники як складові екологічної безпеки гірських регіонів. *Проблеми екології та енергозбереження в кораблебудування: тези Міжн. наук. конф.* (м. Миколаїв, вересень 2017). Миколаїв, 2017. С. 38–41. (Обґрунтовано методу досліджень)
54. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Бурденюк І. П., Яковець К. І. Санітарно-гігієнічна оцінка ризиків екологічної безпеки гірських регіонів Буковини. *Шостий Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю: збірник праць* (м. Вінниця, 20-22 вересня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 29. (Оцінка ризиків екологічної безпеки)
55. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Бурденюк І. П., Жуковський О. М., Яремчук В. М. Еколого-гігієнічна характеристика басейну річки Сірет. *XV Міжн. наук.-техн. конф.: збірник тез доповідей.* (м. Кременчук, Україна, 11-13 жовтня, 2017 р.). Кременчук, 2017. С. 48. (Аналіз еколого-гігієнічної характеристики)
56. Masikevych A. Yu, Masikevych Yu. G., Myslytsky V. F., Burdenyuk I. P. To the questionnaire of environmental safety of the river network of Pokutsko-Bucovinian Carpathies. *Water Supply and Wastewater disposal. Designing construction, operation and monitoring: Proceedings of the II International scientific-practical conference.* Львів, 2017. С. 28. (Обґрунтовано методу досліджень)
57. Гладій Д. С., Масікевич А. Ю. Порівняльний аналіз існуючих технологій утилізації твердих побутових відходів в біогазу з метою підвищення

- техногенної. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: матеріали У Міжн. наук. конф. молодих вчених* (м. Харків, 29-30 листопада 2017 р.). Харків, 2017. С. 173–174. (*Теоретичне узагальнення результатів*)
58. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М. Моніторингові дослідження екологічної безпеки атмосферного повітря на територіях природно-заповідного фонду Карпатського регіону. *Актуальні проблеми сучасної хімії: Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців з міжнародною участю*. (м. Миколаїв, вересень, 2018). Миколаїв, 2018. С. 67. (*Проведення моніторингових досліджень*)
59. Масікевич А.Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М. Дослідження мікробіологічної активності ґрунтів Національного природного парку «Вижницький». *Екологічна безпека держави»: тези доповідей XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, присвяченої пам'яті професора Я.І.Мовчана: з міжнародною участю*. (м. Київ, 19 квітня 2018 р.). Київ, 2018. С. 181–182. (*Проведення мікробіологічних досліджень*)
60. А. Масікевич, М. Колотило, В. Яремчук, Ю. Масікевич. Науково-методичні аспекти екологічної безпеки природоохоронних територій. *Сталий розвиток – стан та перспективи: матеріали Міжнародного наукового симпозіуму SDEV2018* (Львів-Славське. Україна, 28 лютого-3 березня 2018 р.). Львів, 2018. С. 17–18. (*Обґрунтовано методику досліджень*)
61. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М., Масікевич Ю. Г. Фітотоксична активність ґрунтів природно-заповідних територій. *Регіональні проблеми охорони довкілля»: міжнародна наукова конференція молодих вчених* (м. Одеса, 30 травня-1 червня 2018 р.). Одеса, 2018. С. 245–246. (*Аналіз фітотоксичної активності*)

62. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Наукове обґрунтування екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат. Екологічні проблеми навколишнього середовища та природокористування в контексті сталого розвитку. Міжнародна науково-практична конференція: збірник тез доповідей. (м. Херсон. Україна, 25-26 жовтня 2018 р.). Херсон, 2018. С.165–167. (Науково – теоретичний аналіз)
63. А. Ю. Масікевич, М. С. Мальований, М. П. Колотило, В. М. Яремчук, Ю. Г. Масікевич. Санітарно-мікробіологічний стан річкової мережі Покутсько-Буковинських Карпат. 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування»: збірник матеріалів. (м. Львів, 26-29 вересня, 2018 р.). Львів. 2018. С. 41. (Обґрунтовано методику досліджень)
64. Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Масікевич А. Ю., Бурденюк І. П., Жуковський О. М. Моніторингова оцінка еколого-гігієнічного стану заповідних територій Буковини. *Матеріали 99-ї підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького персоналу Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет»*. (м. Чернівці, 12, 14, 19 лютого 2018 р.). Чернівці. 2018. С. 171. (Обґрунтовано систему моніторингу для об'єктів ПЗФ)
65. Масікевич А. Ю. Санітарно-гігієнічні аспекти екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат. *100-а наукова підсумкова конференція професорсько-викладацького персоналу Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет» присвячена 75-річчю БДМУ* (м. Чернівці, 11, 13, 18 лютого 2019 р.). Чернівці, 2019. С. (Аналіз даних експериментальних досліджень)
66. А. Ю. Масікевич, М. П. Колотило, В. М. Яремчук. Санітарно-гігієнічні показники в якості індикаторів стану екологічної безпеки об'єктів природно-заповідного фонду. *Досягнення цілей сталого розвитку-2030 у гірських регіонах країн Східної Європи: матеріали зимової сесії*

- Міжнародної Карпатської Школи* (м. Косів Івано-Франківська область, 20-24 лютого 2019 р.). Косів, 2019. С. 27–28. (Санітарно – гігієнічні дослідження)
67. А. Ю. Масікевич, Ю. Г. Масікевич. Система управлінських та технічних рішень для підвищення рівня екобезпеки гідроекосистем Покутсько-Буковинських Карпат. *Досягнення цілей сталого розвитку-2030 у гірських регіонах країн Східної Європи: матеріали зимової сесії Міжнародної Карпатської Школи* (м. Косів Івано-Франківська область, 20-24 лютого 2019 р.). Косів, 2019. С. 29–30. (Теоретичні узагальнення)
68. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М., Лаков П. М., Масікевич Ю. Г. Система інженерних та управлінських рішень екологічної безпеки гірських систем як основа регіонального сталого розвитку. *Збірник наукових праць XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки»* (м. Кременчук, Україна, 02-04 жовтня 2019 р.). Кременчук: КрНУ, С. 26-30. ISBN 978-617-639-234-7. (Розроблення стратегії екологічної безпеки)
69. Masikevich A. Sanitary and hygienic component for monitoring of the river network of Pokutsko-Bukovynian Carpathians. *Proceedings of the 3rd International Scientific-Practical Conference Water supply and wastewater disposal: designing, construction, operation and monitoring* (Lviv, 23-25 october, 2019). Lviv. DVD., 2019. P. 70. Science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2019/16024/importantdoc/proceedin-gswswr2019.pdf. ISBN 978-966-941-328-4. (Обґрунтовано методику досліджень)
70. Масікевич А. Ю., Гладій Д. С. Стан екологічної безпеки гірських екосистем за санітарно-мікробіологічними показниками ґрунтового покриву. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу» (Львів 5-6 грудня 2019 р.). Львів: ЛДУБЖД, 2019. С. 108. (Теоретичні узагальнення результатів)

ВСТУП

Вразливість та унікальність гірських екосистем, їхня важливість та соціально-економічна цінність спонукали міжнародну спільноту звернути особливу увагу на питання збалансованого розвитку й екологічної безпеки гірських територій. Альпійська конвенція (Зальцбург, 1991), Декларація щодо довкілля та розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992), Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат (Карпатська конвенція, Київ, 2003) – послідовні кроки світової громадськості, направлені на збереження гірських екосистем.

Ціла низка проблем екологічної безпеки гірських регіонів пов'язана із непродуманим та необґрунтованим плануванням та будівництвом мініГЕС на водотоках Східних Карпат. Незважаючи на актуальність для України питань енергетичного забезпечення, абсолютно недопустимим є будівництво каскадів мініГЕС без урахування вимог екологічної безпеки гірських регіонів.

Нагромадження у верхів'ях гірських водотоків значної кількості відходів лісозаготівлі та деревопереробної галузі, розміщення тваринницьких ферм у безпосередній близькості до річкової мережі призводить до погіршення санітарно-гігієнічних показників, ґрунту, води та атмосферного повітря і є, найімовірніше, основною причиною погіршення здоров'я населення регіону та «здоров'я» гірської екосистеми загалом.

Порушення цілісності гірських екосистем супроводжується вагомими господарськими збитками, деградацією ландшафтного та біологічного різноманіття. Активна антропогенна діяльність породила цілу низку викликів та загроз для гірських екосистем, що перевищують на сьогодні допустиму господарську ємність біосфери.

Водночас гірські території є місцем проживання місцевого населення, для якого природні ресурси – це основа для існування. Збалансоване природокористування надасть можливість для соціального-економічного розвитку регіону і подальшого збереження довкілля.

Актуальність. В результаті активної господарської діяльності людини гірські екосистеми стали досить вразливими і вимагають, якщо не повного заповідання, то принаймні бережного ставлення та збалансованого використання. Незважаючи на те, що для території Покутсько-Буковинських Карпат характерні екологічні проблеми, які є типовими для всього Карпатського регіону, існує своя специфіка, викликана транскордонним розміщенням, особливістю кліматичних умов, веденням традиційного господарства тощо.

У результаті антропогенного впливу в гірській частині Українських Карпат за останні роки гостро постала загроза порушення екологічної безпеки регіону. Незважаючи на те, що для території Покутсько-Буковинських Карпат характерні екологічні проблеми, які є типовими для всього Карпатського регіону, існує своя специфіка, викликана транскордонним розміщенням, особливістю кліматичних умов, веденням традиційного господарства тощо. Нераціональне ведення лісового господарства, розорювання та підрізання схилів, прокладання доріг, випасання свійських тварин, тощо, призводять до руйнування гірських ландшафтів, знищення біорізноманіття, ерозії ґрунтового покриву та періодичних паводкових явищ. Очевидним підтвердженням цього є документально зафіксовані сильні повені в українській частині басейну Дунаю в 1927, 1941, 1947, 1957, 1969, 2008 та 2010 роках.

Нагальним є питання пошуку надійних індикаторів для оцінки змін в екосистемі та попередження негативних явищ. Не менш важливим є розроблення практичних заходів та впровадження технологій, направлених на утилізацію відходів деревини та очищення водотоків від забруднювачів.

Саме тому обґрунтування науково-практичних засад екологічної безпеки гірських територій та вирішення всіх цих питань на прикладі Покутсько-Буковинських Карпат є актуальною науково-прикладною проблемою, на розв'язання якої направлена дана дисертація.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках реалізації протоколів Рамкової про охорону та сталий розвиток Карпат (Київ, 2004), Стратегії розвитку Чернівецької області на період до 2020 року та Регіональної комплексної програми з охорони навколишнього природного середовища «Екологія» у Чернівецькій області на 2016-2018 роки (рішення 4 сесії Чернівецької обласної ради VII скликання від 15.03. 2016 року № 19-4/16); в рамках Договору про створення науково-технічної продукції «Оцінка гідрохімічного стану басейну річки Виженка в межах території НПП «Вижницький» за №116 від 16 червня 2011 року; тематики наукових досліджень кафедри екології і права Чернівецького факультету НТУ «ХПІ “Дослідження впливу антропогенних та метеорологічних чинників на стан довкілля та біорізноманіття урбанізованих і заповідних територій Карпатського регіону”».

Мета і завдання дослідження.

Метою дослідження є розроблення та обґрунтування науково-практичних засад підвищення рівня екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат.

Для досягнення мети роботи необхідно вирішити такі завдання:

- запропонувати концептуальні засади екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат;
- провести дослідження стану компонентів екосистем Покутсько-Буковинських Карпат;
- розробити технологію створення паливних гранул та брикетів із деревних відходів методом екструзії та пресування під тиском;
- провести дослідження перспективності використанням волокнистого носія типу «ВІЯ» для підвищення якості поверхневих вод водотоків Покутсько-Буковинських Карпат;
- розробити метод очищення стічних вод підприємств переробної промисловості Покутсько-Буковинських Карпат від органічних забруднень;

- запропонувати систему управлінських та нормативно-правових заходів для мінімізації екологічної небезпеки від дифузійних забруднень гідросфери Покутсько-Буковинських Карпат;
- розробити та впровадити програму збалансованого розвитку заповідних територій Покутсько-Буковинських Карпат.

Об'єкт дослідження – стан екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат.

Предмет дослідження – процеси мінімізації екологічною небезпеки компонентів довкілля Покутсько-Буковинських Карпат.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження базуються на науково-пізнавальних методах аналізу, синтезу та узагальнення. У практичній частині були використані методи: санітарно-екологічні – для визначення біохімічного та хімічного споживання кисню, вмісту вільного кисню, вмісту нітратів і нітритів та ін.; посіву на селективні поживні середовища – для санітарно-мікробіологічної оцінки якості води, ґрунтів, повітря; мікроскопії – для визначення видового складу гідробіонтів; реєстрації рівня іонізації повітря – для визначення вмісту легких аероіонів у атмосферному повітрі; медико-демографічні – для вивчення стану популяційного здоров'я жителів гірських регіонів; статистичного та кореляційного аналізу – для доказу достовірності отриманих результатів.

Достовірність результатів забезпечена лабораторним контролем визначення похибок складу проб та математичною перевіркою даних на існування статистично достовірного взаємозв'язку за допомогою рангових коефіцієнтів кореляції. Обґрунтованість та достовірність висновків та рекомендацій підтверджені тісним зв'язком теоретичних і експериментальних даних. Проміжними критеріями обґрунтованості та достовірності висновків роботи є їх обговорення на численних конференціях, отримання позитивних рецензій на статті, що були опубліковані у фахових виданнях та використання отриманих результатів на практиці.

Наукова новизна отриманих результатів.

Уперше:

- проведено комплексний моніторинг стану компонентів довкілля Покутсько-Буковинських Карпат, що дало можливість встановити основні джерела екологічної небезпеки та основні типи забруднень;

- теоретично обґрунтована та експериментально доведена перспективність використання волокнистого носія типу «ВІЯ» для зниження екологічної небезпеки від забруднення водотоків Покутсько-Буковинських Карпат, що дозволило мінімізувати занечищення поверхневих вод хімічними та мікробіологічними забрудненнями;

- теоретично обґрунтовано та експериментально доведено ефективність реагентного методу очищення стічних вод підприємств переробної промисловості Покутсько-Буковинських Карпат від органічних забруднень а також встановлено оптимальні умови його реалізації, що дало можливість знизити рівень екологічної небезпеки поверхневих вод від цих забруднень;

- встановлено оптимальні умови реалізації технологій створення паливних гранул та паливних брикетів із використанням деревних відходів та лігніновмісних відходів целюлозно-паперової промисловості, впровадження яких дозволяє зменшити забруднення ґрунтів та водотоків цим видом відходів.

Набули подальшого розвитку: теоретичні засади підвищення рівня екологічної безпеки на регіональному рівні, інженерні методи зниження екологічної небезпеки поверхневих вод та ґрунтів, а також наукові засади формування нормативно-правових та управлінських рішень для забезпечення регіональної екологічної безпеки.

Практичне значення отриманих результатів:

- розроблена технологія отримання паливних деревних гранул та брикетів із використанням природних лігнінов'язучих речовин для утилізації відходів лісопереробного комплексу, яка захищена патентом України і може

бути використана для зменшення забруднення ґрунтів та річкової мережі відходами деревини в гірських територій Східних Карпат та отримання цінного енергетичного продукту. Технологія успішно апробована на обладнанні Вижницької біопаливної компанії (Акт дослідно-промислових випробовувань від 31 жовтня 2018 року);

- розроблена технологія очищення поверхневих вод гірських водотоків із використанням очисних конструкцій «ВіКа», створених на основі штучного волокна «ВІЯ» та дерев'яних конструкцій «кашиць», яка захищена патентом України і може бути використана для покращення якості річкової мережі верхньої частини басейну Дунаю;

- розроблений реагентний метод очищення органічних стоків переробних підприємств Покутсько-Буковинських Карпат від органічних забруднень із використанням гіпохлориту натрію, який може бути використаний для зменшення навантаження невеликих промислових об'єктів на гідрологічну сітку басейну Дунаю за умови відсутності централізованих очисних споруд;

- розроблена програма заходів удосконалення системи моніторингу атмосферних опадів та повітря, водних ресурсів та ґрунтів на території об'єкта природно-заповідного фонду, яка використовується управлінням екології та природних ресурсів Чернівецької обласної державної адміністрації (Акт впровадження від 25 червня 2018 року) та Національним природним парком «Вижницький» (Акт впровадження від 21 червня 2018 року);

- результати дисертаційного дослідження впроваджено у навчальний процес Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» під час проведення лекційних та практичних занять із курсів «Екологічна безпека та експертиза», «Управління техногенною та екологічною безпекою», «Техноекологія» (Акт впровадження від 26 лютого 2019 року);

Особистий внесок здобувача. В основу дисертації покладено результати досліджень за 2008-2018 роки, в яких автор брав безпосередню участь. Мета та

основні завдання досліджень були сформовані разом із науковим консультантом. Дисертантом проведено інформаційний пошук, здійснено серійні експериментальні дослідження, проведено статистичне опрацювання отриманих результатів за темою дисертаційної роботи та проведено їх аналіз. Дослідження проводилися в сертифікованих лабораторіях Чернівецького факультету НТУ «ХП» та Буковинського державного медичного університету, за участю фахівців даних закладів.

Обговорення, аналіз та узагальнення результатів досліджень, розроблення концепції екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат проведені спільно із науковим консультантом – заслуженим діячем науки і техніки України, доктором технічних наук, проф. М.С.Мальованим.

Апробація результатів роботи. Основні результати дисертаційних досліджень доповідали на: Горбуновських читаннях «Регіональні та транскордонні проблеми екологічної безпеки» (м. Чернівці, 5-7 травня 2011 року); Горбуновських читаннях «Оцінка екологічного стану території та перспективи розвитку туризму та рекреації» (м. Чернівці, 19 квітня 2012 року); Горбуновських читаннях «Екологічний стан і здоров'я жителів міських екосистем» (м. Чернівці, 5-6 травня 2016 року); XX Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 10-річчю створення екологічного факультету ХНУ ім. В. Н. Каразіна «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2017» (Харків, 19-22 квітня 2017 року.); V Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 30-річчю біологічного факультету Запорізького національного університету «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 26-28 квітня 2017 р.); XV Міжн. наук.-техн. конф. «Проблеми екологічної безпеки» (Кременчук, 11-13 жовтня, 2017, Україна); Регіональному семінарі «Сталий розвиток – погляд у майбутнє» (м. Львів, 15 вересня 2017 року); Міжнародному науковому симпозиумі SDEV·2018 «Сталий розвиток – стан та перспективи: матеріали (Львів-Славське, 28 лютого-3

березня 2018 року); XII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів, присвяченій пам'яті професора Я. І. Мовчана (з міжнародною участю, м. Київ, 19 квітня 2018 р., Національний авіаційний університет); II Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми, перспективи розвитку» (м. Бердянськ, 25-26 квітня 2018 року); Міжнародній науковій конференції молодих учених «Регіональні проблеми охорони довкілля» (Одеса, 30 травня-1 червня 2018 року) та ін.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано в 70 наукових працях, з яких: 2 монографії в співавторстві, 34 наукові статі, зокрема 20 статей у фахових виданнях із переліку МОН України, 8 статей у зарубіжних наукових періодичних виданнях та виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних, 6 статей – в інших наукових виданнях, 32 тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських конференціях, семінарах та 2 патенти на корисну модель.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний текст із 29 таблицями та 74 рисунками викладено на 279 сторінках, список використаних джерел із 413 найменувань розміщено на 48 сторінках, 18 додатків – на 28 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 355 сторінок.

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕПЕКИ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГІРСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

1.1. Аналіз концептуальних підходів до забезпечення екологічної безпеки Карпат

Серед основних засад державної екологічної політики, відображеної в Законі України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», є забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України [1]. Як свідчить аналіз документу, це можливо досягти шляхом переорієнтування на пріоритети збалансованого сталого розвитку, що передбачає аналіз та прогнозування екологічних ризиків на основі стратегічної екологічної оцінки, оцінки впливу на довкілля, а також комплексного моніторингу стану навколишнього природного середовища.

Питанням екологічної безпеки Карпатського регіону присвячено праці Адаменка О.М., Адаменка Я.О., Архипової Л.М., Голояда Б.Я., Голубця М.А., Геренчука К.І., Гуцуляка В.М., Малишевої Л.Л., Мальованого М.С., Мельника А.В., Патики В.П., Петліна В.М., Рудька Г.І., Солодкого В.Д., Шмандія В.М., Grozavu A., Kenderessy P., Šir B., Wyżga B. та ін.

Екобезпека та сталий розвиток Карпат знайшли своє відображення в працях Кічура В.П., Стойко С.С., Фурдичко О.І., Kuemmerle T., Kozak J., Stanisław Malek, Perzanowski K., Mirosław Zelazny та ін.

Науковим основам екологічної безпеки лісових екосистем карпатського регіону присвячені праці Генсірука С.А., Калуцького І.Ф., Парпана В.І., Стойка С.М., Третяка П.Р., Чернявського М.В., Farley J., Keeton W. та ін.

Формування екомережі як природного каркасу екобезпеки висвітлені в працях Мовчана Я.І., Приходька М.М., Царика Л.П., Шеляга-Сосонка Ю.Р., Bennett G., Bonnin M., Bouwma I., Bruszk A. та ін.

Вибір тест-об'єктів для оцінки стану гірських екосистем та формування методологічного підходу базувались на дослідженнях Гвоздяка П.І., Чижевського А.Л., Рильського О.Ф., Мудрака О.В., Коренівської О.Л., Herman M.S., Sumampouw O.J., Pall E., Gustavs K. та ін.

Концептуальні та теоретичні основи екологічної безпеки викладені в працях [2-8]. Існує ціла низка визначень екобезпеки. Одне із перших належить Н.Ф.Реймерсу [2], який розглядає екобезпеку як сукупність дій, станів і процесів, що безпосередньо або опосередковано не призводять до життєво важливих збитків (або погроз таких збитків), заподіюваним природному середовищу, окремим людям і людству. Отже, екологічну безпеку можна розглядати як стан природи, за якого забезпечується прийнятний суспільством рівень ризику відповідно до встановлених екологічних норм та рівня його соціально-економічного розвитку.

У більшості досліджень екологічну безпеку розглядають як невід'ємний структурний елемент національної безпеки загалом. Адже саме під час дотримання норм екологічної безпеки створюється гарантія забезпечення відповідної життєдіяльності населення країни. Екологічні умови виступають основою для реалізації національної безпеки, адже саме здорове населення може цілком реалізувати та гарантувати захист своєї держави. Отже, екологічна безпека виступає одним із важливих елементів, що дає можливість забезпечити реалізацію державної екологічної політики.

Серед індикаторів ефективності екополітики, на думку [9], важливим є використання показників: покращення стану здоров'я населення за рахунок зменшення впливу негативних екологічних факторів; співвідношення між рівнями фактичного забруднення навколишнього природного середовища або виснаження природних ресурсів і гранично допустимого забруднення або виснаження; співвідношення витрат на здійснення природоохоронних заходів до отриманого екологічного ефекту; міра участі громадськості в прийнятті екологічно значущих рішень тощо. За таких умов, на думку автора, державну

політику екологічної безпеки повинні розглядати як конкретну змістовну та організаційну роботу певних органів державної влади задля реалізації права кожного громадянина України на безпечне для життя й здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди на засадах раціонального природокористування.

У нормативно-правових документах та науковій періодиці існує безліч визначень екологічної безпеки. Зокрема в ст. 50 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [10] екологічну безпеку розглядають як «стан навколишнього природного середовища, за якого забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей».

Саме тому забезпечення екологічної безпеки в сучасних реаліях формування національної стратегії і врівноваженої політики сталого економіко-екологічного розвитку є актуальним науковим завданням [11]. Важливими підходами до оздоровлення екологічної ситуації є екологізація технологій, економія енергетичних та інших ресурсів, утилізація відходів, екологічна освіта тощо. Відповідно до пункту 3.9. «Стратегії національної безпеки України» [12] основними викликами (загрозами) для екологічної безпеки є: надмірний антропогенний вплив і високий рівень техногенного навантаження на територію України; негативні екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи; значний обсяг відходів виробництва та споживання і неналежний рівень їх вторинного використання, переробки та утилізації; незадовільний стан єдиної державної системи та сил цивільного захисту, системи моніторингу довкілля.

Як вважає низка авторів [5, 7, 9, 13], в Україні за останні роки стались аномальні техногенні зміни стратегічних природних ресурсів, що негативно вплинули на стан національної безпеки. Саме тому, на думку авторів, особливу увагу варто звернути на екологічний компонент національної безпеки. Проте, незважаючи на пріоритетність цього аспекту, комплексна оцінка стану

екологічної безпеки, як важливого складника національної безпеки, в Україні не здійснюється. Беручи до уваги те, що на стан екологічної безпеки певного регіону впливають загрози природного, техногенного та соціального характеру, для порівняльної оцінки регіонів за рівнем екологічної безпеки можна використовувати інтегральний показник, який враховував би оцінки шкоди життю, здоров'ю, а також економічним інтересам населення відповідного регіону в результаті прояву цих загроз.

У світі є чимало сучасних підходів, які використовуються для оцінки стану екологічної безпеки. Зокрема в США досить широко застосовують індекс якості довкілля (Environmental Performance Index), який розраховується із використанням 22 індикаторів, що характеризують якість довкілля та життєздатність екосистем загалом. Станом на 2012 рік Україна посіла за цим показником 102 місце серед 132 країн світу [14].

Система інтегрованого еколого-економічного обліку (System for Integrated Environmental and Economic Accounting) розроблена Статистичним відділом Секретаріату ООН на базі національних статистичних даних. Описана система направлена на оцінку взаємозв'язку між розвитком економіки країни та станом довкілля [15].

Цікавий підхід до оцінки екологічних збитків від антропогенної діяльності запропонувало статистичне бюро ЄЕС (Eurostat) у рамках проєкту «Розробка показників навантаження на природне середовище». Збитки, завдані екосистемам, здоров'ю людей тощо відображені у відсотках від ВВП, що тісно пов'язує показники екологічного стану із соціально-економічним розвитком держави [16].

Понад 50 еколого-економічних індикаторів стану навколишнього середовища, що розподілені за окремими групами (змінами клімату, озонного шару, стану повітря, відходів виробництва, якості водних і лісових ресурсів тощо), вміщає нині чинна система ЄЕС [17].

На шляху до європейської інтеграції перед Україною стоять важливі наближення до міжнародних вимог у галузі попередження та зменшення негативних наслідків реалізації екологічних загроз регіональній безпеці, запровадження ризик-орієнтованого підходу для підвищення дієвості та ефективності державної системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій різного походження, всебічного використання кращого досвіду розвинених країн. Зокрема варто направити зусилля на розробку системи відповідних індикаторів, що всебічно характеризують динаміку процесів у екологічній сфері. На думку [5], для порівняльної оцінки регіонів за рівнем екологічної безпеки слід використовувати інтегральний показник, який враховував би оцінки шкоди життю, здоров'ю, а також відповідав би економічним інтересам населення певної області в результаті прояву цих загроз. Класифікуючи регіони держави за рівнями екологічної безпеки із урахуванням значення інтегрального показника, автор показав, що передгірні та гірські області Карпат (Івано-Франківська та Закарпатська) належать до регіонів із низьким рівнем екологічної безпеки, Львівська – регіон помірної екологічної безпеки. Незначний рівень екологічної безпеки характерний для Буковини.

Досить важливими соціальними індикаторами, які відображають вплив навколишнього середовища на населення, на думку [18] є демографічні (рівень смертності та народжуваності, очікувана середня тривалість життя, захворюваність тощо).

Картографуванню та вивченню стану здоров'я, рівня захворювання за ландшафтними комплексами присвячено чимало праць [19, 20]. Формується новий напрямок наукових досліджень – медична геологія, що вивчає здоров'я та життя людини із погляду впливу на неї геологічного середовища, а також зворотні зв'язки. Виклики для екологічної безпеки Східних Карпат є серйозним застереженням для збалансованого розвитку регіону та забезпечення популяційного здоров'я жителів краю.

Нагромадження у верхів'ях гірських рік значної частини відходів деревообробної галузі, розміщення тваринницьких ферм у безпосередній близькості до водотоків призводить до погіршення санітарно-гігієнічних показників води та ґрунту і є, найімовірніше, наслідком погіршення здоров'я жителів регіону [21].

Як вважають [22], недоліками більшості індексів екологічної безпеки (які запропоновані на сьогоднішній день) є односторонній підхід. Так, здебільшого екологічну безпеку розглядають через призму економічного та природоохоронного індикаторів без врахування соціальної складової (екологічної культури). Для оцінки екологічної безпеки автори пропонують використовувати Environmental Safety Index (ESfI). Його особливістю є те, що він, окрім екологічних, містить у собі ще й соціальні та економічні індикатори. Саме такий підхід є надзвичайно важливим та актуальним для розуміння й покращення екологічної безпеки України на сучасному етапі розвитку. Це пов'язано, на думку авторів, не лише з антропогенним забрудненням навколишнього середовища, а й загальним розвитком соціуму.

Важливим кроком у плані підвищення екологічної безпеки гірських регіонів стала ініціатива Непалу, що була започаткована на Саміті зі збереження Гімалаїв у Копенгагені в 2009 році і відома як «гірська ініціатива». Її мета – мобілізувати значну підтримку і забезпечити солідарність для досягнення сталого розвитку гірських екосистем, народів та їхньої життєдіяльності. Основна увага цієї ініціативи була направлена на вивчення впливу змін клімату на гірські екосистеми [23].

Гірські території Карпатського регіону є надзвичайно вразливими із точки зору екологічної та техногенної безпеки. Катастрофічні паводки 2008 та 2010 років стали ще одним підтвердженням цієї аксіомі. Унікальність гірських екосистем, їхня важливість та соціально-економічна цінність спонукали міжнародну спільноту звернути особливу увагу до питань збалансованого розвитку та екологічної безпеки гірських територій. Насамперед це знайшло

своє належне відображення у розділі 13 (Сталий розвиток гірських регіонів) Декларації щодо довкілля та розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992), відтак – проголошення Генеральною Асамблеєю ООН 2002 рік міжнародним роком гір. Стосовно Карпат, то їхнє значення в контексті «Довкілля для Європи» лягло в основу підписання в Києві в 2004 році Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат (Карпатська конвенція) [24].

Проте для впровадження основних положень Карпатської конвенції та створення екологічно безпечних умов у регіоні необхідний аналіз та прогнозування шляхів збалансованого розвитку за умов сучасних викликів.

У квітні 2019 року уряд схвалив Концепцію розвитку гірських регіонів Карпат [25]. У ній детально проаналізована проблема, яка потребує розв'язання, зокрема зазначено, що депресивність та дотаційність гірських територій призводять до погіршення їхнього екологічного стану, здоров'я горян, втрати потенціалу для відновлення розвитку, стримує збалансований прогрес та загрожує екологічній безпеці регіону. Основними шляхами і способами гарантування екологічної безпеки є: подальший розвиток екологічної мережі в Карпатах як складової частини Всеєвропейської екологічної мережі; забезпечення відновлення лісів, сталого використання і відтворення біорізноманіття та оптимізації структури ландшафтів; запобігання забрудненню поверхневих і підземних вод; поліпшення санітарно-гігієнічного та екологічного стану, створення безпечних для життя і здоров'я людини умов шляхом впровадження сучасних систем збирання, вилучення, переробки та знешкодження відходів; запобігання рекреаційній деградації ландшафтів тощо.

Значною мірою реалізації Концепції розвитку гірських регіонів Карпат сприятиме нещодавно створений на Прикарпатті вебпортал «Розвиток гірських територій Українських Карпат» [26], призначений сконцентрувати інформацію з цього питання.

Серед індикаторів екологічної безпеки гірської екосистеми Карпат важливе місце займають показники екологічного потенціалу лісових геосистем

[27]. Концепція передбачає зменшення фрагментарності лісового покриву шляхом збільшення площі лісових геосистем у басейнах річок (особливо у водозаборах I і II порядків), формування оптимального співвідношення між віковими групами деревостанів, зменшення суцільних рубок, запровадження наближеного до природи лісівництва, збереження та охорона пралісів і старовікових лісів, застосування екологічно безпечних технологій лісокористування тощо.

Значне місце у вітчизняній періодиці відведене басейновій концепції сталого розвитку гірських регіонів [28-31]. В її основі лежить оцінка екологічних ризиків та екологічної безпеки басейнових екосистем. Основні підходи до формування екологічної безпеки водотоків гір зводяться до: збільшення у горах покритої лісом площі та оптимізації вікової і ценотичної структури лісових екосистем; створення певних умов, що зберігають природне або наближене до природного функціонування збалансованої екологічної системи конкретного водотоку; розробки методологічних підходів до регулювання руслових деформацій; вирішення проблем охорони та сталого використання природних ресурсів. Виникла необхідність детального розроблення методів організації моніторингу руслових процесів у Карпатському регіоні. Обґрунтування необхідності започаткування моніторингу за ступенем стійкості русел малих річкових басейнів території Прут-Дністровського межиріччя здійснила школа гідрологів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича [32].

Ціла низка проблем екологічної безпеки пов'язана із непродуманим та необґрунтованим плануванням та будівництвом мініГЕС на гірських водотоках Чернівецької області. Так, значну загрозу для водної екосистеми Черемоша становить спорудження у верхів'ях течії (в районі с. Яблуниці) мініГЕС (гідроелектростанцій), що призведе до зменшення туристичної привабливості (зокрема унеможливить проведення сплавів по ріці – рафтинг) та обмеження розвитку зеленого (екологічного) туризму – основи для розвитку

економічного потенціалу цієї території. Окрім цього, створить серйозні перепони для нересту риби і міграції гідробіонтів, порушить цілісність екосистем, зокрема із загрозою зниження рівня ґрунтових вод. Варто зазначити, що переваги в сфері туризму та рекреації є більшими, ніж від мінігідроенергетики. Детальний аналіз негативного впливу мініГЕС на річкову мережу Карпатського регіону наведений у праці [33]. Незважаючи на актуальність питань енергетичної незалежності держави, абсолютно недопустимим є будівництво мініГЕСів без урахування вимог екологічної безпеки.

Гірським екосистемам Українських Карпат притаманна також низька стійкість до антропогенного впливу. Нераціональне ведення лісового господарства, непродумане будівництво мініГЕСів, розорювання та підрізання схилів, прокладання доріг, випасання свійських тварин тощо призводять до руйнування гірських ландшафтів, ерозії ґрунтового покриву, періодичних паводкових явищ, зокрема в басейні річки Прут у 2008 та 2010 роках.

З метою обґрунтованої оцінки характеру змін основних загроз національній безпеці в екологічній сфері та для визначення пріоритетних напрямків екологічної безпеки доцільно організувати моніторинг стану екологічної складової національної безпеки держави на основі максимально деталізованої системи показників, які використовують у світовій практиці.

Наведений аналіз свідчить, що завдяки господарській діяльності людини гірські екосистеми стали досить вразливими і вимагають, якщо не повного заповідання, то принаймні бережного ставлення та збалансованого використання.

1.2. Фізико-хімічна оцінка біотопу Карпат

Атмосферне повітря. Дослідженнями упродовж останніх 50-ти років [34-37, 39] з'ясовано фізіологічні механізми впливу гірського повітря на здоров'я людини, показано, що у ньому низький вміст алергенів, патогенних мікроорганізмів, натомість підвищена кількість аероіонів.

На думку [35, 38], визначення кількості аероіонів іонізованого повітря може слугувати одним із важливих підходів дослідження екологічного стану атмосфери.

Розрізняють природну та штучну аероіонізацію. Основними природними джерелами іонізації атмосфери є: космічні промені, що діють у всій товщі атмосфери; випромінювання радіоактивних речовин, що містяться в землі і в повітрі; УФ і корпускулярне випромінювання Сонця. До іонізуючих факторів належать також так звані тихі електричні розряди біля крон високих дерев і на вершинах гір, що виникають за великих значень напруженості електричного поля атмосфери; розпорошення та розбризкування води у гірських річок і водоспадів тощо [35, 40]. А.Л.Чижевський [40] вперше довів, що вплив повітря на організм визначається співвідношенням у ньому негативних та позитивних аероіонів; встановив, що перші діють сприятливо, а останні – негативно. Вміст аероіонів в атмосфері є індикатором чистоти повітря і водночас відіграє важливу роль у формуванні фізіологічного стану людини [41, 42]. Дослідження [43] показують, що однією із причин деіонізації повітря є високий вміст аерозолів та пилу у повітрі, спричинений викидами автотранспорту та збуренням повітряних мас внаслідок пересування автомобілів.

Вивченню фітотоксичної дії озону і впливу забруднення повітря сполуками сульфуру та нітрогену на лісові заповідні екосистеми Чехії присвячене дослідження Єви Гунової із співавторами [59, 60]. Проаналізовано забруднення атмосферного повітря на території гірської частини Чеської Республіки за 1989-2008 роки. Показано суттєві зміни не тільки в концентраціях відповідних іонів у атмосферному повітрі, але й у частці іонів у опадів (принесених за тисячі км). Це стосується, наприклад, співвідношення між сульфатами та нітратами, які використовували в минулому як логічну перевірку хімічного стану повітря. Якщо раніше (до 1989 року) це співвідношення було приблизно 2:1 ($\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$), то після 1989 року

спостерігалось поступове зниження SO_4^{2-} і збільшення NO_3^- . Така тенденція (статистично достовірна) найбільше проявлялася у гірських лісах. Слід відмітити, що на всіх типах досліджених гірських ділянок була значна тенденція зростання рН опадів.

Група дослідників із Румунії, Польщі та Словаччини [68, 69] дослідила вміст озону, діоксиду азоту та аміаку в атмосферному повітрі впродовж літніх сезонів 2006-2008 років на півдні Карпат, у Румунії та у горах Бучеги. Концентрації озону переважно були підвищені й іноді перевищували 70 ppb (parts per billion). Концентрації NO_2 були загалом низькими із найвищими значеннями <4 ppb. Рівні аміаку в більшості місць моніторингу також були низькими, переважно <1 ppb, але в деяких місцях досягнуті значення >5 ppb. У досліджуваному регіоні були часті випадки (більше 50%) кислотних дощів зі значеннями рН $<5,5$, що зумовило підвищену кислотність лісових ґрунтів, особливо у їхніх верхніх шарах. Загалом рівень забруднення повітря, кліматичні умови (зокрема надмірний період посухи та високі температури) негативно вплинули на стан лісів у горах Бучеги. Найбільших руйнувань зазнавали ялина звичайна, ялиця біла та бук звичайний.

З метою оцінки екологічного стану атмосферного повітря в Східних Карпатах низка авторів досліджували вміст у повітрі кисню, CO , пилу, а також визначали вміст Pb і Cu в снігу. Виявлено підвищений вміст CO , SO_x , пилу в деяких точках спостереження. Досліджено вміст озону, оксидів азоту та сірчистого газу у підніжжі г. Говерли. Виявлено значне закислення атмосферних опадів (рН 5,0) за рахунок збільшення кількості техногенних поллютантів у повітрі, які викидає автомобільний транспорт, що доставляє туристів від контрольно-пропускного пункту (КПП) до навчально-спортивної бази «Заросляк» біля підніжжя г. Говерли, а також котельня спортивної бази [72].

Порівняння ГДК викидів забруднювачів у атмосферне повітря в Україні та Європі свідчать про більш жорсткі вимоги європейського законодавства в

цьому плані. Україна як сторона Карпатської конвенції, робить вагомі кроки в напрямку імплементації європейських норм із охорони атмосферного повітря [75]. Особливого значення для Карпатського регіону ці кроки набувають у зв'язку із посиленням міжнародних вимог щодо транскордонного перенесення атмосферних забруднювачів [76].

Багато досліджень присвячено дослідженню стану атмосферного повітря Східних Карпат методом біоіндикації, зокрема ліхеноіндикації [77, 78]. Водночас для оцінки екологічного стану атмосферного повітря слабо використовуються санітарно-мікробіологічні методи та методи оцінки аеропонного складу.

Забруднення атмосферного повітря на території Південних Карпат у Румунії за допомогою методу оцінки мінеральних магнітних характеристик вивчила група дослідників із Великобританії та Румунії [79]. Вони показали, що забруднення атмосферних частинок пов'язане зі спалюванням викопного палива та викидами транспортних засобів. Оцінювали розподіл металів (наприклад, Pb, Cu, Ni і Zn) як у сучасних (поверхневих), так і в древніх (доіндустріальних) опадах, що нагромадилися у водах віддалених гірських озер у Румунських Карпатах.

Поверхневі та підземні води. Школа польських дослідників [64-66] вивчила вплив природних факторів на хімічний склад води річок Південної Польщі. Вони з'ясували особливості вмісту трьох аніонів (SO_4^{2-} , Cl^- та NO_3^-) у водах флішових озер Високих Бескидів. Бачимо, що взаємовідносини між цими іонами носять обернено пропорційний характер. Так, встановлено, що концентрація сульфату підвищується, а хлориду знижується зі збільшенням висоти. Хоча концентрації нітратів вздовж всього водозбору дуже низькі (від 0,16 до 5,25 мг дм⁻³), існує певна просторова тенденція. Загалом більш високі концентрації нітратів були виявлені у східній частині досліджуваної території, яка характеризується особливостями циркуляції води. Горизонти ґрунту у східній частині слідує у північно-східному напрямку, що йде врозріз із

місцевою лінією падіння і може призвести до припливу води із неглибокою циркуляцією. Навіть невеликі природні водосховища у флішових Карпатах, які мають єдину літологію, можуть мати просторово різну за хімічним складом воду. Відмінності в хімії води пов'язані певною мірою із висотністю, особливістю кліматичних умов, видовим складом рослин, а також різними механізмами мінералізації органічної речовини [64].

Що стосується основних іонів, то кількість катіонів у воді Західних Карпат зазвичай менша, ніж аніонів. У 32% випадків катіонів було стільки ж, як і аніонів. І тільки в 13% випадків кількість катіонів була більшою, ніж аніонів. У більшості проб води із гір Татри переважали катіони HCO_3^- , тоді як Ca^{2+} – другий найбільш поширений іон. У 25% випадків Ca^{2+} був домінантним іоном. Третій найбільш поширений іон був зазвичай Mg^{2+} , хоча інколи він уступав третю позицію аніону SO_4^{2-} . На підставі проведених досліджень автори виділили десять гідрохімічних типів вод у потоках, що стікають у високогірних басейнах у Татрах. За хімічним складом води переважає двоіонний тип, який вміщає HCO_3^- аніон та катіон Ca^{2+} . Серед триіонних вод домінантним є тип $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ (53,4%). Чотириіонні типи води трапляються рідше. Виявлено невелику кількість випадків п'ятиіонної води. Дуже рідко іони визначаються гідрохімічним типом Na^+ , NO_3^- і H^+ . Зміни гідрохімічних типів є результатом значної присутності SO_4^{2-} , Na^+ та Mg^{2+} у воді – всі вони пов'язані зі складною геологічною структурою Татр [65]. Показано, що під час паводків знижується концентрація основних іонів, що можна пояснити розбавленням підземними водами, а також таненнями снігу та дощовою водою, що містить меншу кількість розчинених речовин. З іншого боку, зростають концентрації біогенних іонів, що відбувається після періодів посухи. Найбільш сильні позитивні кореляції між концентрацією іонів поживних речовин та об'ємом паводкового стоку відзначені у лісових водозаборах. У сільськогосподарському водозаборі подібного роду кореляція

проявляється лише стосовно аніонів NO_3^- та PO_4^{3-} , у змішаному водозаборі – тільки у випадку NO_3^- [66].

Серед важливих факторів довкілля, які визначають популяційне здоров'я горян Чернівецької області, є якість води. Існуючі в літературі дані [67] свідчать про те, що за бактеріологічними показниками в Чернівецькій області із джерел централізованого водопостачання за досліджуваний період (2000-2004 рр.) не відповідали санітарно-гігієнічним нормативам 3,6%, (в Україні – 4,8%); із джерел децентралізованих – 12,0% (в Україні – 22,7 %). Для гірських територій ця невідповідність значно нижча.

Є дані, за якими переважна більшість питної води із джерел централізованого та децентралізованого водопостачання за хімічними показниками знаходиться в межах санітарних норм [20]. Варто зазначити, що дані у цьому питанні суперечливі, і за останні п'ять років намітилася тенденція погіршення санітарно-гігієнічних показників якості води річкового басейну Буковинських Карпат [20, 21, 67].

Розпочинаючи із 1990 року низка дослідників [82] вивчала біогеохімічні цикли нітрогену та карбону в стиглому лісі на території Альп на висоті (920 м н. р. м.) в Тіролі (Австрія). Встановили, що вологість повітря визначала кількість осадженого азоту, яка залежала від висоти над рівнем моря. На місці проводили аналіз довготермінового обліку концентрації нітратів. Цикл азоту оцінювали із урахуванням викидів NO_x і N_2O , а також вилуговування азоту в підземні води. Вуглецевий цикл: встановлено, що фіксація вуглецю (С) майже стиглого лісу є низькою, дещо більшою, ніж вивільнення С через дихання ґрунту. У багаторічному експерименті із маніпулювання кліматом ґрунт штучно підігрівався на 4°C . Потепління значно збільшило швидкість дихання ґрунту і прискорювало повернення С в повітря. Важливим є те, що близько $2,8 \text{ т CO}_2 / \text{га}^{-1}$ (1 ар) виділяється під час дихання ґрунту. Зокрема майже 12% загального річного виділення С із ґрунту забезпечується за рахунок дихання із засніженої поверхні.

Екологічна оцінка опадів. В процесі формування та випадання атмосферних опадів відбувалося вимивання та концентрування забруднювачів атмосфери в невеликому об'ємі рідини. Насправді забруднення атмосферних опадів є похідним від повітряних мас, тому його цілком можна використовувати як чутливий індикатор забруднення атмосфери. Окрім того, рівень забруднення атмосферних опадів дає змогу визначити та оцінити забруднення ґрунтів.

Дослідження Ю. А. Ізраеля та співр. [83] показують, що в атмосферних опадах є практично всі речовини, які потрапляють в атмосферу в результаті емісії газів антропогенного походження. Розпочинаючи із середини ХІХ сторіччя значну увагу приділяють дослідженню хімічного складу атмосферних опадів, зокрема кількісного вмісту в опадах сполук азоту, бромю, йоду та сірковмісних сполук в атмосферних опадах різного типу.

З початку ХХ століття активно досліджують хімічний склад атмосферних опадів. Зокрема [84-86] довели можливість нагромадження в дощовій воді великої кількості домішок. Цей процес може відбуватися шляхом «вимивання у хмарі» або через процеси нижче хмар, які називають «вимиванням опадами». Під час цього процесу у дощовій воді накопичуються домішки, які забруднюють приземний шар атмосфери. Відтак встановили взаємозв'язок між кислотністю опадів та вмістом у них різного роду іонів, зокрема кислототвірних [86, 87].

Особливості перенесення забруднювальних речовин із опадами, умови і механізм вимивання їх із атмосфери, хімічні перетворення компонентів в атмосферній воді, особливості випадання та формування хімічного складу атмосферних опадів у зоні аерації, вплив кислотних опадів на елементи навколишнього середовища досить повно викладено в працях [87, 88].

Перші дослідження хімічного складу атмосферних опадів в Україні були започатковані школою проф. А. П. Познякова в Одесі. Саме тут визначили вміст аміаку, азотної кислоти та хлоридів в атмосферних опадах [88].

Дослідження цієї школи показали значний вплив вітрового режиму на деякі компоненти опадів. Так, середній вміст сполук амонію значно зростав, коли дули вітри із берега і становив мінімальне значення під час вітру з моря.

У США впродовж тривалого часу проводили оцінку зміни хімічного складу опадів. В результаті цих досліджень вченими було встановлено тенденцію до збільшення концентрації амонійних сполук в центральних та північних штатах. В той же час спостерігалось зменшення вмісту нітратних сполук у складі дощової води в північно-східних штатах, що супроводжувалось зростанням концентрації цих сполук у західних та центральних штатах [89, 90].

Завдяки дослідженням [91, 92] у регіонах, прилеглих до морського узбережжя, було встановлено особливості впливу морських аерозолів на хімічний склад опадів. З'ясовано, що вміст в опадах натрію та хлору має суто морське походження. Показано, що за рахунок морської солі формується не менше 25% хімічного складу атмосферних опадів. Окрім того, було встановлено, що співвідношення іонів хлору, натрію, магнію в дощових опадах аналогічні цим співвідношенням у морській воді. Автори припустили, що чим вищими є конвективні висоти змішування речовин, тим більший внесок морських солей у дощовій воді.

Низка науковців [93, 94] проводила дослідження щодо встановлення впливу деяких метеорологічних факторів на формування хімічного складу дощової води. До найбільш значущих факторів, які визначали змінність хімічного складу опадів, автори віднесли: об'єм вибірки, кількість днів, які пройшли з моменту останніх опадів, напрямок та силу вітру, пору року.

Таким чином остаточно з'ясовано, що вид і концентрація іонів в дощовій воді залежать від таких факторів: характеру підстильної поверхні (море або суша), віддалі від морських акваторій, аридності клімату, характеристик ґрунтів, виду рослинності, існування промислових підприємств, висоти місцевості, виду (дощ, сніг, град) та інтенсивності самих опадів. Встановлено

також вагоме значення для характеру опадів тривалості періоду, який передує випадінню атмосферних опадів. Показано [91-94], що повітря, яке довго не промивалось опадами, має вищу концентрацію аерозолів.

Важливим напрямком наукових досліджень щодо встановлення особливостей формування хімічного складу атмосферних опадів є проведення регресійно-кореляційного аналізу концентрації компонентів опадів. Були встановлені тісні кореляційні зв'язки між іонами Na^+ та Cl^- , що вказує на вплив морських аерозолів у формування складу опадів. Тісні кореляційні зв'язки встановлено між іонами Ca^{2+} та Mg^{2+} й іонами Cl^- , NO_3^- і SO_4^{2-} і це, на думку авторів, вказує на те, що хлориди, нітрати та сульфати кальцію і були основними, які поступали в атмосферні опади внаслідок континентального характеру формування опадів. Також виявлені в дослідженнях вагомі коефіцієнти кореляції між концентраціями NH_4^+ і NO_3^- (значення коефіцієнту кореляції 0,76) та між концентраціями NH_4^+ і SO_4^{2-} (з коефіцієнтом кореляції 0,83) демонструють, що нітрати, сульфати та гідросульфати амонію були основними амонійними формами солей у складі дощової води. Однак одночасно фіксувались значно слабші позитивні кореляційні зв'язки між кислотними аніонами та H^+ , що, на думку авторів, вказує на високий нейтралізаційний ефект [96, 97].

Аналіз часових моделей, що описують зміни концентрації діоксиду сірки та діоксиду азоту у повітрі та вмісту сульфатів і нітратів у воді атмосферних опадів, які встановлені авторами дослідження [96], демонструють, що графіки часових тенденцій вмісту діоксиду сірки та азоту повністю повторюють графіки зміни концентрації сульфатів та нітратів у опадах.

Встановленню кореляційних зв'язків між кислотними аніонами і катіонами, які їх нейтралізують, присвячена робота [97]. Найвищі коефіцієнти кореляції зафіксовані між $\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ і $\text{H}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{NH}_4^+$ ($R=0,836$). Досить високим є зв'язок між $\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ і NH_4^+ ($R=0,701$). І значно меншим – між $\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ і Ca^{2+} ($R=0,475$).

Як показано [98, 99], динаміка повітряних мас та обсяги викидів забруднюючих речовин в містах є визначальним чинником формування хімічного складу опадів на цих територіях. В той же час автори відзначають, що дощова вода є надійним індикатором, за допомогою якого можна оцінювати ступінь забруднення повітря на території населених пунктів.

Аналіз багаторічних результатів моніторингу атмосферних опадів в Україні приведено дослідженнями [99-103]. В роботі [99] приведено дослідження сезонної динаміки кислотності атмосферних опадів і показано, що швидкість закислення опадів підвищується у весняно-осінні місяці, а в літньо-зимові зменшується. Це може бути пов'язано з кількістю опадів у ці періоди.

Описані закономірності розвинуті та доповнені в роботі [103]. Зокрема автори дослідили вплив метеорологічних факторів. За результатами цього дослідження встановлено, що режим опадів має найбільший вплив на вміст хімічних компонентів у дощовій воді.

У зв'язку із загостренням останніми роками проблеми зміни клімату особливої гостроти для багатьох індустриальних регіонів набула проблема кислотних дощів як наслідок нагромадження в атмосфері парникових газів [104-105]. Формування величини показника кислотності атмосферних опадів відбувається внаслідок впливу цілої низки як природних, так і антропогенних факторів. Однак саме інтенсифікація антропогенного впливу є визначальним фактором, який зумовлює трансформацію компонентного складу опадів і часто призводить до зміни їхньої кислотності. Особливо помітні такі зміни на урбанізованих та трансформованих територіях, для яких характерним є високий вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Також в окремих регіонах можна спостерігати зростання річних надходжень розчинених мінеральних речовин з атмосферними опадами.

Так, дослідження [104] показують, що мінеральні кислоти (HNO_3 і H_2SO_4) мають найбільший вплив на кислотність атмосферних опадів. Їхня частка

становить 80-90% на урбанізованих територіях та 65-80% на слабоурбанізованих територіях. В той же час частка органічних кислот коливається в межах 10-20% на урбанізованих територіях і 20-45% – на слабоурбанізованих територіях.

Отримані авторами результати показують, що зростання рівня урбанізації зумовлює збільшення у хімічному складі опадів мінеральних кислот антропогенного походження. Використання потенціалів нейтралізації і потенціалів закислення для встановлення особливостей формування показника рН є загальноприйнятим підходом у світовій практиці. Залежність кислотності дощової води від співвідношення потенціалу нейтралізації (NP) до потенціалу підкислення (AP) [104] підтверджують також дослідження [105], у яких за п'ятирічний період вивчення атмосферних опадів узагальнено експериментальні дані зменшення значення рН зі зменшенням відношення NP/AP. Автори встановили також, що паралельно відбувається зменшення значення нейтралізаційного фактору (NF), який розрахований за концентраціями NH_4^+ і Ca^{2+} .

Дослідження [105] показали також частотний розподіл рН опадів на території Китаю, що зокрема в діапазоні 6,4-6,7 рН носить унімодальний характер (із одним максимумом) на противагу від бімодального розподілу частот рН, який спостерігається при дослідженні опадів Середземномор'я. Водночас отримані результати [97] вказують на відсутність чітко вираженого максимуму в діапазоні зі значним переважанням опадів рН < 5,6. Їхня кількість складає 46,9% від числа всіх досліджених випадків.

Низка авторів [106-108] проводила дослідження впливу різних промислових підприємств на вміст мікроелементів у атмосферних опадах. Отримані результати дослідження показали, що найбільший вміст в атмосферних опадах складають сполуки алюмінію і заліза. Встановлено, що це залежить не тільки від видів промисловості, які переважають, але й від вмісту цих сполук у природному середовищі і можливості потрапляння до

атмосферних вод внаслідок пилового забруднення.

Дослідженнями [109-112] встановлено існування чітких відмінностей між умовами формування хімічного складу атмосферних опадів у континентальній і приморській частинах суші. Так, в прибережних зонах опади характеризуються переважанням основних іонів морського (Cl^- , Na^+) і континентального (SO_4^{2-} , Ca^{2+}) походження в діапазоні 65 до 78%. У міру просування вглиб континенту хімічний склад опадів трансформується у сторону зростання вмісту нітрат- та гідрокарбонат-іонів, що пов'язано зі збільшенням вітрової ерозії ґрунтів та інтенсивності сільськогосподарських робіт. В той же час кількість сульфат та хлорид-іонів зменшується.

У літературі є також дані про вплив промислового виробництва на склад атмосферних опадів. Зокрема в роботі [112] показано, що викиди від місцевих металургійних підприємств призводять до забруднення опадів міддю. Автор акцентує увагу на існуванні двох типів забруднення опадів: масштабних та локальних. Перші зумовлені дальнім перенесенням забруднювальних речовин, тоді як локальні спричинює вплив викидів місцевих джерел.

Дослідження [113] показують тісний зв'язок між ефективністю очищення викидів, технологією виробничих процесів та обсягом кислототвірних викидів. Також показано вплив метеорологічних факторів, а саме напрямку вітру, в районах локалізації підприємств. Цей фактор зумовлює, в залежності від напрямку, зміну інтенсивності кислотоутворення в два і більше разів.

У роботі [114] проведена оцінка хімічного забруднення й екологічного стану території промислового міста, де як критерій використано хімічний склад атмосферних опадів, який, на думку авторів, досить повноцінно характеризує екологічну ситуацію та дозволяє прогнозувати напрямки її змін, а також створювати комплекс заходів щодо її покращення.

Завдяки дослідженням [115-120] проведена оцінка впливу метеорологічного фактору на специфіку формування опадів та зв'язок із іншими компонентами гідрохімічної системи.

Широтна зумовленість атмосферних опадів на території України досліджена в працях [115–117]. Автори зазначають, що територіальна диференціація надходження хімічних сполук у складі опадів формується переважно під дією двох факторів: кількістю опадів та рівнем забруднення атмосфери.

Багаторічні дослідження [120] допомогли розглянути внесок атмосферних опадів у формування хімічного складу поверхневих вод. В дослідженні використано два типи методичних підходів: оцінка внеску атмосферної складової за багаторічними даними хімічного складу опадів із урахуванням складу поверхневих вод та оцінка питомого хімічного виносу речовин із водозбірної території. Встановлено, що атмосферні опади є основним джерелом потрапляння в поверхневі води хлоридних солей, значної частини сульфатів, амонійних сполук неорганічного походження, нітратів та важких металів.

В роботі авторів [121] обґрунтована роль техногенно змінених опадів як чинника забруднення міських ґрунтів та водних джерел. Авторами встановлено існування статистично достовірної різниці між хімічним складом атмосферних опадів на територіях, які прилягають до різних типів підприємств.

У лабораторних умовах [122] створили модель із вивчення впливу кислотних атмосферних опадів на ґрунтовий покрив. Так, незалежно від виду штучних типів кислотних дощів, рН верхніх шарів ґрунту за три роки дослідження понизився на 0,2–0,8 одиниць. Автори показують, що закиснення ґрунтів відбувається на глибині орного шару до 20 см. Можна спостерігати пряму залежність між закисненням ґрунтів та нагромадженням у них азоту, натрію і кальцію.

Вміст хімічних компонентів у воді атмосферних опадів в десятки, а то і в сотні разів є меншим від їхнього вмісту у поверхневих та підземних водах. На практиці це робить неможливим проведення оцінки екологічних небезпек із

застосуванням методик, які базуються на порівнянні із нормативними значеннями гранично допустимих концентрацій речовин у воді [123].

Водночас співвідношення хімічних компонентів у дощовій воді, не дивлячись на низький вміст, може становити небезпеку для розвитку та життєдіяльності природних екологічних систем. Найбільш відомим наслідком цього процесу є формування кислотних дощів [124].

Отож, проведений аналіз існуючих у літературі даних вказує на існування тісного зв'язку між забрудненням атмосфери, хімічним складом атмосферних опадів та їхнім впливом на стан екологічної безпеки ґрунтового, водного та біотичного середовища. Так, хімічний склад атмосферних опадів може служити надійним індикатором стану провінційної екосистеми загалом.

Таким чином, наведений аналіз даних літератури свідчить про значну увагу, яку приділяють у Європі питанню екологічного стану гірської екосистеми Карпат. Що стосується Українських (Східних Карпат), то їх вивчили вкрай недостатньо і приділили здебільшого увагу порівняльно-описовому аналізу існуючих проблем, оцінці стану біорізноманіття та формування екомережі, теоретичному обґрунтуванню сталого розвитку, а менше – аналітичним дослідженням навколишнього середовища. Так, зокрема описовий аналіз екологічного стану Карпат наведений у працях В. І. Ніколайчука та співавторів [125, 126] і ін.

1.3. Мікробіологічна оцінка стану компонентів гірських екосистем

Низка досліджень [127, 128] показує можливість оцінки якості поверхневих вод шляхом вивчення мікробіоти водних екосистем. На думку П. Пекарової [128], оцінка якості поверхневих та підземних вод, як і раніше, є основним суспільним інтересом у розвинених країнах світу. Існує великий попит на моніторинг якості води.

Як зазначають Франс Гаутієр та Фредерік Арчібальд (Francis Gauthier and Frederick Archibald) [127], колиформні бактерії давно використовують для оцінки ступеня фекального забруднення води і таким чином для оцінки небезпеки здоров'я. Автори показують, що канадські целюлозно-паперові заводи підтримують зростання численних колиформних бактерій у стічних водах, особливо *Klebsiella* spp., *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp. Усі проби води містили найбільш типовий фекальний показник – бактерію *E. coli*. Показано можливість використання загальних колиформ, фекальних колиформ, ентерококів та *E. coli* як показників фекального забруднення стоків паперової фабрики, забруднених целюлозою, та оцінки небезпеки для здоров'я населення. Завдяки дослідженням [129] із використанням кластерного РНК-аналізу встановили, що серед біологічних забруднювачів поверхневих водойм є суспендовані у воді бактерії та такі, що пов'язані зі суспендованими матеріалами.

Ідентифікація патогенних бактерій у воді, на думку низки дослідників [130, 131], є однією із основних проблем оцінки безпеки навколишнього середовища для здоров'я людини та екосистеми загалом.

Мікробіологічне забруднення *E. coli* є одним зі специфічних показників фекального забруднення в тропічних та помірних регіонах. Дослідження бактеріальної щільності води може забезпечити підхід до оцінки надійності даних моніторингу [131]. Фекальні індикаторні бактерії, як-от тотальні колиформні форми, фекальні колиформи (термотолерантні колиформні форми), *Escherichia coli* та кишкові ентерококи (фекальні стрептококи), виділяють

люди та теплокровні тварини до стічних вод у великих кількостях, і ці бактерії зберігають тривалий час життєздатність та патогенність [132].

Самі собою патогенні організми є нормальними компонентами природних екосистем, проте зростання кількості фекальних бактерій внаслідок антропогенної діяльності є дуже важливою проблемою річкової мережі Карпат та зокрема басейну Дунаю.

Багато авторів використали мікробіологічний підхід до оцінки стану водних екосистем заповідних територій. Так, дослідження [132] показали, що дельта Дунаю, де розташований біосферний заповідник, стала однією із найбільш вразливих екосистем.

Дунай є однією із найважливіших річок Європи та світу. Для збереження його екосистеми в 1991 році в дельті ріки створили біосферний заповідник. Незважаючи на це, водні акваторії Дунаю зазнають сильного фізико-хімічного та біологічного забруднення. Річкова мережа Покутсько-Буковинських Карпат є складовою басейну Дунаю (верхньою його частиною), де розвивається інтенсивна антропогенна діяльність.

Для моніторингу якості води річки Дунай прибережні країни нині використовують різні методи для мікробіологічного аналізу. Бактерії є ідеальними маркерами мікробного забруднення поверхневих вод через їхню швидку реакцію на зміни навколишнього середовища. Фекальні коліформи і кишкові ентерококи є хорошими показниками для оцінки викидів фекалій і потенційного існування патогенних речовин, які здебільшого обумовлені неочищеними стічними водами із сільськогосподарських угідь та пасовищ [133].

Демографічну ситуацію в регіоні супроводжує зростання сільськогосподарських та промислових видів діяльності. Виявлення джерел мікробіологічного забруднення є необхідною умовою для правильного управління водозбірними територіями з метою їх збереження [134, 135].

На основі стандартних показників (фекальне та органічне забруднення) у п'яти класах якості: мале (клас I), помірне (клас II), критичне (клас III), сильне (клас IV) та надмірне забруднення (клас V) – була проведена класифікація мікробіологічної якості води басейну Дунаю [136, 137]. Отримані дослідниками результати свідчать, що зокрема річки Сірет (клас III) та Прут (клас IV), що беруть початок у Східних (Українських) Карпатах, належать до критичного та сильного фекальних класів забруднення відповідно.

Оцінка та ідентифікація патогенів, специфічних для виявлення фекалій – проблема надзвичайно важлива щодо безпеки та захисту джерел води. Проте низька концентрація бактерій у поверхневих водах, високі витрати та тривалі технології виявлення створюють певні методологічні обмеження на цьому шляху [138]. Низка дослідників [139, 140] пропонують використання ДНК-технологій для подолання цих обмежень. Проте варто зазначити, що такий підхід є також недостатньо доступним та відносно дорогим.

Отже, пошук простих та доступних технологій виявлення мінорної кількості патогенів залишається актуальним на сьогодні. Варто зазначити, що використання санітарно-мікробіологічних показників для оцінки стану заповідних об'єктів нині є епізодичним і не стосується конкретних функціональних зон зазначених територій [142, 143, 257].

Дослідження С. Баринової та співавторів [144-147] направлені на вивчення можливості використання для біоіндикації водоростей. Оскільки вартість оцінки якості води досить дорога, розробка експрес-методів її оцінки залишається актуальною проблемою. Впровадження такого підходу в багатьох розвинених країнах може зменшити витрати на моніторинг [146, 147].

Раніше дослідженнями [145] було проведено класифікацію основних водних систем на основі визначення якості поверхневих вод, що базується на моделі екосистеми запропонованої [148]. В основі зазначеного підходу покладено ієрархічну організацію біотичного співтовариства, яку описує модель трофічної піраміди. Водорості формують перший трофічний рівень

водної екосистеми, який визначає всі процеси і внески на верхні рівні трофічної піраміди. Водорості відображають усі природні та антропогенні процеси, що відбуваються у воді. Крім того, біоіндикація, що використовує водорості – недорогий експрес-метод у порівнянні із хімічним аналізом. Дослідження [146, 147] показали чутливість та простоту застосування методів біоіндикації в аналізі водних екосистем із метою оцінки їхнього стану, а також для оцінки тимчасової динаміки основних індикативних змінних вивченого водного об'єкта. Більше того, системи біоіндикації, описані у роботі, можуть бути пов'язані із основними системами класифікації змінних водної екосистеми та якістю води поверхневих вод. З іншого боку, запропонований підхід дає можливість визначити, який тип організмів може вижити у водах певної якості, відображених у класифікації основних параметрів водних екосистем з екологічної точки зору [145].

1.4. Перспективи використання некондиційних відходів деревини для виробництва біопалива

За умов загострення в світі питання енергетичного забезпечення особливої актуальності набуває використання деревної біомаси. Задоволення енергетичних потреб людства є одним із найбільших викликів третього тисячоліття. Отримання деревних гранул – одна із таких альтернативних технологій, що може дати відповідь на всі ці виклики. Сьогодні опалення на пелетах коштує на 60% менше, ніж нафти, і на 40% менше електроенергії. Пелети дешевші, ніж викопне паливо, і є відновлюваним ресурсом. 1000000 кубічних метрів відходів деревини може замінити близько 180000000 л звичайного викопного палива [149, 150].

В Україні існує потужний енергетичний потенціал біомаси [151-153]. Важливе енергетичне місце серед біотичних відходів належить біомасі деревини. Станом на 2015 рік біопаливо мало найбільшу питому вагу (81,3 %) у структурі виробництва відновлюваних джерел енергії (зокрема 59,6 %

припадало на деревинну біомасу). Внесок енергії із біопалива складав 2,5 % (1283 тис. т нафтового еквіваленту) загального постачання первинної енергії в Україні [154, 155].

Біомаса є четвертим за значенням паливом [156-160] і становить приблизно 15% первинних енергоносіїв у світі. Перевагою біомаси як палива є:

- відновлювальний характер;
- низька зольність;
- незначна кількість викидів;
- збереження рівноваги вуглекислого газу в атмосфері.

Для кращого розуміння ролі біомаси як джерела енергії її можна розділити на групи [161-163]:

- біомаса рослинного походження;
- відходи тваринництва;
- водна біомаса;
- фізіологічні відходи людини;
- промислові та міські відходи органічного походження.

Найбільшу групу становить біомаса рослинного походження, яку широко використовують для отримання енергії та енергоносіїв. Її споживають [164-166]:

- для прямого виробництва тепла через спалювання в різноманітних паленищах;
- для виробництва вугілля шляхом сухої перегонки;
- для виробництва спиртів із використанням процесів гідролізу;
- для ферментації та сухої перегонки;
- для виробництва синтетичної нафти й газу за допомогою процесів гідрогенізації та газифікації;
- для виробництва біогазів в умовах анаеробного розкладу.

Енергетичні продукти переробки біомаси можуть використовувати у звичайних енергетичних установках як традиційне паливо.

Серед видів біомаси, що мають органічне походження, значної поширеності набула деревина [167, 168]. Вона складається здебільшого з целюлози, лігніну, смол та певної кількості вологи. Під час розкладу на основні енергетичні елементи, які є в деревині, отримаємо приблизно 50% вуглецю, 6% водню та 44% кисню. Теплотворна здатність її становить від 14 до 17 МДж/кг. Нині світові запаси деревини становлять $360 \cdot 10^9$ м³, що майже відповідає енергетичному вмісту $175 \cdot 10^9$ т умовного палива.

Щорічний [169-171] обсяг заготовлення деревини в Україні становить 10308,7 тис м³, із них 7300 тис м³ (4391,5 тис т) не використовують і їх можна застосувати для виробництва теплової енергії. Зараз незначну їхню частину використовують як паливо для обігріву виробничих та житлових будівель, а основну в кращому випадку вивозять на звалища, а в гіршому – висипають біля підприємства. Це призводить до несанкціонованих звалищ, які у вітряну погоду забруднюють атмосферу. Під час такого «захоронення» деревина починає розкладатися із виділенням парникових газів, а також приманює комах. А це своєю чергою може стати джерелом хвороб.

Під час переробки деревини на різних технологічних етапах утворюється така кількість відходів [172-176]:

- 13% – під час заготовки лісу (зазвичай залишаються в лісі і їх не враховують під час визначення валової кількості заготовленої деревини);
- 30% – під час розпилювання кругляка на пиломатеріали (продається населенню для використання як паливо);
- 35% – під час виготовлення готових виробів із пиломатеріалів;
- 60% – від утворених відходів деревини використовують в інших секторах економіки (виробництво деревоволокнистої плити, в паперовій промисловості).

Єдиний шлях для утилізації утворених відходів є повне використання їх як палива [177-181]. Але під час застосування такого матеріалу виникають незручності, пов'язані із його транспортуванням, дозуванням та зберіганням.

Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є процес гранулювання. Утворення гранул дозволяє сконцентрувати максимальну кількість деревної речовини у мінімальному об'ємі, що істотно збільшує цілий ряд корисних властивостей, зокрема теплоутворювальні та дозволяє зменшувати об'єми ємностей для зберігання і транспортування.

Є проблема поводження із відходами целюлозно-паперового виробництва, які утворюються під час виготовлення паперової продукції із деревини. Вони накопичуються у шламовідстійниках та забруднюють водне середовище. Їх можна використовувати як додаток до відходів деревини – як в'язучий компонент чи як основне паливо [182-184].

В цілому, за умови розвитку системи збирання та переробки біомаси, можливе досягнення значної економії традиційного палива та зменшення навантаження на природне середовище.

Переробка твердих відходів лісопильно-деревопереробного виробництва на технологічну тріску, яка може використовуватись для целюлозно-паперової промисловості, а також у виробництві деревних плит, гідролізу та ін. [185-188] є перспективним напрямком їх використання.

Але основну частину таких залишків, які за різними даними становлять до 40% і складаються в основному із тирси, стружки та кори, не застосовують у технологічних цілях, в той же час вони придатні для використання як паливо. Розвиток такого виробництва гальмується низькою транспортабельністю та труднощами технологічних процесів дозування та зберігання. Покращити ці властивості можна шляхом їх гранулювання [189-191]. Варто наголосити на значному прогресі впровадження цих технологій у світі. Зокрема, якщо у 1970-х роках у США в Браунсвілле з'явився перший виробничий цех отримання пелет, то вже у 1997 в Північній Америці було більше 500 000 заводів із виробництва гранул [192]. Перспективною в цьому плані є Європейська стратегія [193].

До найбільш поширених нині методів гранулювання належать [194, 195]:

- метод пресування. Цей метод дозволяє одержувати продукцію, яка містить доволі широкий діапазон компонентів. В той же час такі установки легко переводяться на випуск гранул із використанням іншої за складом сировини. Вплив сил молекулярного зчеплення дозволяє отримувати необхідні агломерати, що і є основою цього методу. Також можливе сплавлення твердих частинок за умови високого тиску та температури в зоні деформації, хімічні взаємодії із утворенням нових сполук та гідростатичний тиск рідкої фази в капілярах;

- гранулювання в апаратах барабанного типу. Серед апаратів цього типу найбільш використовуваними є горизонтальні барабани, що обертаються. У них під час зволоження насамперед утворюються пористі агломерати, які можна перетворити у міцні сферичні гранули шляхом ущільнення в процесі обкатування. Їхня міцність та густина залежать від величини сил агломерації, вмісту зв'язуючих частинок у гранулі. Для проведення процесу гранулювання необхідно забезпечити зближення частинок на таку відстань, на якій будуть чітко вираженні капілярні, поверхнево-активні та адгезійні сили, а також сили зчеплення;

- гранулювання в шнеках – грануляторах. Процес проходить за двома принципами: нашаруванням або агломерацією. Метод нашарування використовують тоді, коли нема обмежень за об'ємом установки. В цьому випадку гранули круглі, гладкі та однакові за розміром. Другий метод – агломерування – застосовується в тих випадках, коли є обмеження за об'ємом установки. За цим методом можна отримати круглі гранули із гладкою поверхнею, хоча не такі якісні, як за першим методом. Оптимальні умови гранулювання в шнеку-грануляторі визначають за складом та властивостями вихідних компонентів;

- гранулювання в дискових грануляторах. Принцип утворення гранул за цим методом, як і в барабанних, базується на здійсненні обкатування сировини на днищі гранулятора, яке здійснюється за одночасного зволоження. Дія відцентрових сил, сил тертя та сил тяжіння забезпечує щільне прилягання матеріалу до днища і бортів

гранулятора, що перешкоджає ковзанню;

- гранулювання методом екструзії. Базовими процесами цього методу є надання пластичних властивостей сировині внаслідок нагрівання її до температури плавлення за одночасного додавання рідкої фази. Цей процес здійснюється в змішувачі із застосуванням інтенсивного перемішування. Відтак ця маса під тиском продавлюється через спеціальну матрицю;

- гранулювання в киплячому шарі. Цей метод передбачає одночасне поєднання процесу гранулювання та висушування, яке здійснюється в потоці теплоносія чи охолоджувального агенту. Проходження цих агентів через газорозподільну решітку, яка закріплена в робочому об'ємі апарату, створює так званий киплячий шар. Процес ускладнює необхідність ретельного очищення газового потоку, який виходить із апаратів, а також різна тривалість перебування частинок в апараті.

Дослідження [185, 194, 195] встановили, що перспективним є використання для гранулювання деревних відходів методу екструзії зв'язувального натурального походження (основною частиною якого є лігнін, виварений із деревної маси в процесі отримання целюлози) – сульфатного мила.

Аналіз сучасного стану розвитку біоенергетики в Україні дозволяє зробити такі висновки:

- біоенергетика є одним із найбільш пріоритетних напрямків розвитку відновлювальних джерел енергії в Україні. Найближчою метою розвитку біоенергетики є використання 8-10% від загальних потреб первинних енергоносіїв за рахунок енергії із біомаси;
- біоенергетичні проєкти стають усе більш рентабельними із комерційної точки зору;
- новим та перспективним напрямком є участь України в біоенергетичних проєктах.

Відсутність недорогих доступних технологій утилізації відходів деревини не лише призводить до енергетичних втрат, але й супроводжується цілою

низкою екологічних проблем (забруднення водоймищ та ґрунтів у районі звалищ, розповсюдження збудників захворювань тощо), що потребують невідкладного вирішення.

За даними офіційної статистики [196-198], основними лісогосподарськими районами Чернівецької області, що входять до Покутсько-Буковинських Карпат, є Вижницький та Путильський гірські адміністративні райони, на які припадає 44,6 % лісів та лісовкритих площ і 51,2 % обсягів продукції лісового господарства. На кінець 2014 року площа лісів Чернівецької області, що надані у користування або власність, становила 247 тис. га, а залишки лише первинних відходів деревини на лісосіках – 41,7 тис. м³ (17720,4 т), що складає 4,45 % від загального підсумку. Варто зазначити, що цей регіон є недостатньо вивченим в аспекті екологічної безпеки. Розроблення та використання нових сучасних технологій утилізації деревних відходів може мати суттєвий еколого-економічний ефект для регіону Покутсько-Буковинських Карпат.

1.5. Сталий розвиток гірських територій

Умови гірських територій, з одного боку, ускладнюють економічне життя місцевого населення через свої природні особливості, важку транспортну доступність до існуючих центрів суспільної та ділової активності. Однак, в той же час вони формують своєрідні екологічні умови та етнокультурний феномен, значення якого має вагомий вплив на розвиток суспільних процесів далеко за межами таких територій. Ще в 60-х роках минулого століття у ряді країн Європи відбулось усвідомлення важливості гірських територій та необхідності запобігання депопуляції гір. Воно знайшло своє відображення у розвитку системи економічної підтримки гірських територій та вирішенню ряду проблем із метою збереження екологічних функцій гір. Тому на теперішній час європейські країни та Європейський Союз володіють значним досвідом щодо розроблення програм розвитку гірської політики та шляхів її реалізації.

Крім інструментів, які діють лише в межах ЄС, сам Європейський Союз ініціював засоби співпраці із сусідніми країнами. Стосовно них діє зовнішньополітична ініціатива ЄС «Східне партнерство», яка поширюється на Азербайджан, Білорусь, Вірменію, Грузію, Молдову та Україну.

Гірським територіям України є близькою більшість проблем, вирішення яких забезпечує європейська гірська політика. Тому вивчення досвіду європейських країн, зближення шляхів вирішення проблем розвитку гірських територій, набуває особливої актуальності, особливо у зв'язку із підписанням Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом.

Питанню сталого розвитку гірських територій України присвячено чимало наукових розробок [199–205], однак цілісної гірської політики, яка враховувала б як вітчизняні реалії, так і зарубіжний досвід, знайшла б своє інституційне втілення, не вироблено. Аналіз європейської політики та практики регулювання розвитку гірських територій за таких обставин є важливим для України, а євроінтеграційні прагнення її додатково актуалізують.

Разом із тим, гірські місцевості здебільшого є економічно слабше розвиненими та за термінологією ЄС належать до «проблемних територій». В той же час унікальна етнокультурна спадщина робить їх збереження першочерговим завданням суспільного розвитку.

Інструмент європейського сусідства і партнерства, загальні положення якого закріплені Регламентом ЄС № 1638/2006 від 24 жовтня 2006 р., створює новий фінансовий інструмент, який регламентує надання допомоги Європейським Союзом партнерським країнам. В його реалізації вагоме місце займають ряд програм ЄС для розвитку територіального співробітництва. Серед них програми «Польща-Білорусь-Україна», «Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна» та «Румунія-Україна» реалізуються на територіях гірського Карпатського регіону України [206-209].

Серед тематичних цілей програм: спільні виклики в галузі захисту та безпеки [206], стале використання навколишнього середовища на прикордонних територіях задля збереження природо-ресурсного потенціалу, заходи із зменшення емісії парникових газів і забруднення водойм; впровадження превентивних заходів щодо запобігання природних та техногенних катастроф, а також сумісних заходів під час виникнення надзвичайних ситуацій; підтримка розвитку здоров'я [207, 208] тощо.

Важливим інструментом співробітництва регіонів Європи, який поширюється і на країни - не члени ЄС, стають макрорегіональні стратегії (MPC). Вони є засобом вирішення спільних для географічних регіонів викликів, що стосуються як країн - членів ЄС, так і інших країн регіону. Сталому розвитку Українських Карпат сприятиме розроблення Карпатської стратегії, розробку якої ініціювала Польща та активно підтримала Україна [209]. Карпатська стратегія дозволить поглибити зміст і сформувати дорожню карту реалізації Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат (Карпатська конвенція), яка була підписана у 2003 році в Києві. Учасниками Карпатської конвенції є такі держави: Польща, Румунія, Сербія та Чорногорія, Словаччина, Угорщина, Україна, Чехія. Розробляючи Карпатську стратегію необхідно враховувати досвід, накопичений в ході розробки та реалізації Альпійської стратегії, яка чинна із 2016 року, оскільки ці гірські регіони мають подібну специфіку.

Важливим, на думку В. С. Кравціва [201], є участь України у підготовці макрорегіональної стратегії ЄС для Карпатського регіону та просування спільних проєктів із країнами та регіонами, які є учасниками затвердженої органами ЄС Дунайської стратегії.

У країнах ЄС гірські території (регіони) розглядаються як окрема структурна одиниця загальноєвропейської програми просторового (територіального) розвитку [209, 211]. Специфічні природні умови гірських територій визначають їхню унікальність, завдяки чому ці території отримують

нові можливості розвитку, незважаючи на існуючі природні перешкоди. Розвиток гірських регіонів, враховуючи їх екологічну, економічну, соціальну, культурну та сільськогосподарську специфіку, повинен бути зорієнтований на: збереження природних екосистем та ефективність природоресурсного використання; підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарського та лісгосподарського секторів; диверсифікацію господарської діяльності; створення умов для економічного та соціального відродження сільських регіонів.

Більшість гірських територій зорієнтовані на сільськогосподарське виробництво, що створює низку проблем для їх розвитку. Варто зазначити, що Європейська гірська політика базується саме на розвитку сільського господарства. До розвитку гірських регіонів підходять екосистемно, намагаючись відродити їхній демографічний потенціал. Першочерговим є підвищення рівня стандартів якості життя місцевого населення на основі збереження автентичного сільського способу життя, але доповнюючи його сучасними видами економічної діяльності з переважанням туристичної галузі та розвитку інфраструктури, поєднуючи це з наданням екосистемних послуг.

Наряду із цим аграрне виробництво визначається як основний фактор збереження ландшафтів гірських регіонів. В деяких країнах саме аграрна політика забезпечує домінуючий вплив на розвиток цих територій (Угорщина, Словаччина, Швейцарія). У багатьох країнах Європи існують спеціальні заходи стимулювання та підтримки аграрного сектору, які призначені для мотивації збереження природних ландшафтних особливостей і сприяють модернізації та розширенню виробничого асортименту в галузі сільського господарства, а також є фактором забезпечення доволі високих рівнів життя сільських мешканців [209, 211].

У країнах ЄС є комплексний підхід до розвитку сільської місцевості і гірських регіонів. Його планують у тісному партнерстві із міськими агломераціями [212]. Зокрема останні роблять значний внесок у ці регіони,

підтримуючи екологічно безпечний та якісний розвиток природних і рекреаційних зон для відпочинку жителів міст.

У цьому плані цікавим, на наш погляд, є розвиток партнерства між Чернівецькою міською радою та НПП «Вижницький» щодо зміцнення спроможності екологічного табору «Ойкос», який розміщений в урочищі Стебник у зоні стаціонарної рекреації [213-215]. Пріоритетними напрямками при цьому є: створення привабливого середовища для відпочинку та оздоровлення, збереження й охорона природних ресурсів (ландшафтів, ґрунтів, лісових та водних ресурсів, біорізноманіття тощо). Екосистемні послуги активно використовують, але відповідно до встановлених екологічних норм і вимог.

Засади спільної аграрної політики ЄС формуються відповідно до нової європейської стратегії (Стратегія «Європа 2020»: стратегія розумного, сталого і всеосяжного зростання») [216], що передбачає стале використання природних ресурсів та територіальний розвиток. У цій реформі основними на 2014 - 2020 рр. визначено засади: екологізації виробництва; додаткового інвестування у наукові дослідження та інноваційні розробки; стимулювання впровадження методів ведення сільського господарства із пріоритетами захисту навколишнього середовища; особлива підтримка регіонів із слабкою територіальною і соціальною структурою; охорона та збереження екосистем, які піддаються негативному впливу сільського господарства; стимулювання природоресурсної ефективності і перехід до стійкого сільського господарства, продовольчого і лісового секторів тощо [217]. Стратегічна політика розвитку більшості країн із гірськими територіями базується на компенсаторних механізмах знешкодження негативного впливу природно-кліматичних ресурсних властивостей гірських територій шляхом впровадження інвестиційної підтримки для розвитку пріоритетних видів та сфер економічної діяльності, зокрема сільського господарства.

Отже, основним видом діяльності населення в гірських регіонах України є аграрний сектор. У ньому зайнята значна кількість населення гірських регіонів. Варто зауважити, що саме сільськогосподарське виробництво залишається водночас також основним забруднювачем річкової мережі, причиною деградації ґрунтів та ландшафтів, призводить до знищення рослинного та тваринного різноманіття. Попри існування окремих регулятивних законодавчих документів у цій сфері [218], стимулювання розвитку сільськогосподарської сфери гірських регіонів практично відсутнє. Автори дослідження [219] відмічають низьку ефективність вітчизняної системи керування аграрним сектором виробництва у гірських умовах із незначною участю держави у перспективному розвитку гірського сільського господарства. Вирішивши завдання державної підтримки аграрного сектору економіки гірських територій, можна підійти до розв'язання вкрай важливих проблем дотримання екологічних вимог у сільськогосподарському виробництві на територіях, які відзначаються особливою чутливістю до антропогенного впливу.

Екологізація гірського сільського господарства також потребує економічних преференцій. Сталий розвиток гірських територій вимагає:

- запровадження системи моніторингу приватних селянських господарств для встановлення агроекологічного стану ґрунтів та визначення якості сільськогосподарської продукції, що вирощують на присадибних земельних ділянках, із метою надання конкретних рекомендацій щодо гарантування їхньої екологічної безпеки;
- запровадження превентивних заходів щодо уникнення забрудненню ґрунтів твердими та рідкими побутовими відходами, знищення існуючих стихійних сміттєзвалищ та за потреби рекультивация земельних територій, боротьба із захаращеністю придорожніх та лісових посадок, упорядкування санітарних зон водних об'єктів;

- зменшення кількості внесених добрив, за рахунок використання сівозміни;
- розповсюдження екологічних знань засобами мас-медіа, публікації науково-популярного характеру в регіональних виданнях, проведення семінарів на місцевому та регіональному рівнях із активним залученням органів місцевого самоврядування [219].

Лісова політика щодо гірських лісів спрямована на всебічний та збалансований розвиток та збереження довготривалих економічних, екологічних та соціальних функцій лісів. В Угоді, якою регламентується функціонування ЄС, відсутні положення щодо реалізації лісової політики на території цих країн, тому вплив Співтовариства стосовно сталого управління лісовими ресурсами забезпечується рішеннями та реалізацією лісової політики країн - членів ЄЕС. Разом із тим ЄЕС розробила в 2013 році Лісову стратегію (Forest Strategy) [220], основними принципами якої є: стале управління лісами та підтримка їхньої багатофункціональної ролі, забезпечення їх захисту; раціональне використання лісових ресурсів, зростання виробництва та зайнятість населення; глобальна відповідальність за ліси, сприяння постійному виробництву та споживанню лісової продукції.

До сталого лісового менеджменту у забезпеченні соціальних завдань входить: підтримка територіальних громад, сприяння конкурентоспроможності лісової промисловості ЄС, біоенергетиці та зеленій економіці, оцінка ролі лісів у зміні клімату, захист лісів та надання екосистемних послуг, інтегрованої екологічної та економічної оцінки лісів тощо.

Відповідно до Національних планів дій у галузі відновлювальної енергетики, біомаса залишатиметься основним джерелом відновлювальної енергії в 2020 році. Деревна лісова біомаса і конкурентоздатні недеревні ресурси забезпечують можливості для створення нових робочих місць та диверсифікації доходів у низьковуглецевій, зеленій економіці [221].

Упродовж 2015-2016 років Європа розробляла та впроваджувала Лісову інформаційну систему (FISE). Вона передбачає формування інформаційної бази для оцінки багатофункціональної ролі лісів та лісових ресурсів та поєднання різних інформаційних систем і платформ даних у геоінформаційну модульну систему, яка здатна комбінувати натурні дані і створені моделі в програмні засоби [220].

Упродовж останніх п'яти років Єврокомісія фінансувала цілу низку програм та проектів, зокрема LIFE [222], Горизонт 2020 [223], DIABOLO H2020 [224], направлених на вирішення питання повної гармонізації інформації, яку надають Національні лісові інвентаризації та інші мережі збору інформації про ліси.

Демонстративним прикладом впровадження європейської політики щодо розвитку промисловості й енергетики у гірських регіонах є Альпійський регіон. У гірських районах Альп забезпечують пріоритетний розвиток виробництв, які не завдають шкоди екосистемам. Види промисловості орієнтуються на застосування місцевої сировини та підтримку традиційних ремесел. Деякі із них (ковальство, ткацтво, гончарство) існують ще з римського періоду, інші розвинулися в Середньовіччі (виробництво предметів розкоші, дзеркальне, фарфорове, меблеве, виготовлення виробів зі скла, різьблення по дереву, плетіння мережив, художнє мистецтво). У рамках урядових ініціатив і програм фінансують проекти із розвитку промислового потенціалу гірських територій з метою збільшення робочих місць, підтримання високого життєвого рівня населення та конкурентоспроможності таких територій [225].

Промислова сфера країн, що входять до Альпійського макрорегіону має значні відмінності в структурі та політиці. Однак у них є цілий ряд спільних рис, що зумовлено реалізацією скоординованої політики сталого розвитку, яка зорієнтована на: всебічне запровадження енергоефективності, скорочення викидів парникових газів, зменшення кількості та удосконалення переробки

відходів промисловості, екологічні пріоритети у економічному зростанні, пріоритетний розвиток відновлюваної енергетики та постійне збільшення частки ВДЕ в енергоспоживанні держав.

Прикладом успішної реалізації програми заміщення традиційної енергетики відновлюваною серед країн ЄС є Австрія. Понад 30% загального споживання енергії в країні відбувається за рахунок відновлюваних джерел. Структура енергетики відновлюваних джерел базується на енергії гідроелектростанцій (44%), біомаси (40%), біопалив (6%), енергії відходів (5,2%), сонячної енергії (1,5%), вітрової (2%) та геотермальної енергії 1,3%. До 2050 року Австрія планує повністю відмовитися від викопного палива. Наразі із 80 округів країни 15 є енергонезалежними за рахунок використання місцевих відновлюваних енергетичних джерел [226]. У рамках Альпійської Стратегії реалізовано проект Альпійська енергія, який мав за мету підтримання балансу між виробництвом та споживанням енергетичних ресурсів. Створення електронної системи керування енергетикою в Альпійському макрорегіоні дозволило провести оптимізацію роботи енергосистеми в гірських регіонах та запобігти виникненню піків напруги у зв'язку із нерівномірним обсягом генерації енергії великою кількістю об'єктів відновлюваної енергетики впродовж доби і року [225, 226].

Основним підходом, який реалізується на територіях країн Європи, є підхід в основі якого лежить концепція вирішення екологічних проблем гірських територій сукупно із розвитком соціальної та економічної складових. В поєднанні із прагненням до узгодженого між країнами та регіонами вирішення екологічних проблем та системним характером взаємозв'язків у природі, це стало базою екологічної гірської політики в останні десятиліття. Альпійська конвенція, прийнята у 1991 р., є одним із перших прикладів такого підходу. Визнаючи природну унікальність території Альп, конвенція вказувала на те, що всі види людської діяльності, включаючи господарську, на таких територіях мають бути екологічно орієнтованими, і обов'язковими для всіх

країн і регіонів Альп. Альпійська конвенція ставить також високі екологічні вимоги до всіх напрямів секторального розвитку гірського регіону [227].

Карпатська конвенція (Київ, 2003) [228], яка прийнята із урахуванням досвіду Альпійської та напрацьовань Європейської хартії [229] про захист гір, основним завданням також ставить збереження природних цінностей гірського регіону. Зокрема в документі йде мова про інтегрований підхід до управління земельними ресурсами, збереження та стале використання біологічного і ландшафтного різноманіття, просторове планування із урахуванням екологічних та соціально-економічних умов гірських екосистем Карпат, стале управління водними ресурсами, стале сільське та лісове господарство, необхідність охорони вразливих територій та тих, якими проходять міграційні шляхи, сталий туризм, промисловість та енергетику із застосуванням більш чистих технологій виробництва, охорону здоров'я людей та підвищення обізнаності, освіти та участь громадськості [228]. Реалізація завдань гірської екологічної політики передбачає включення їх у регіональні та національні стратегії розвитку, плани дій, і дозволя, за потреби розробку та прийняття окремих протоколів відповідно до міжнародних конвенцій та угод та заходів із їх виконання.

У розробленому проєкті Карпатської стратегії екологічна складова посідає важливе місце і ставить за ціль високу якість природного середовища, яке своєю чергою містить: захист найцінніших, унікальних видів рослин і тварин; боротьбу із забрудненням вод, ґрунтів та повітря; загрози, що виникають внаслідок надмірного втручання у ландшафти; раціональне використання існуючих ресурсів; спільну боротьбу із негативними природними стихійними явищами (паводки, лавини, вітровали, ліквідації їхніх наслідків і здійснення заходів щодо пом'якшення впливу кліматичних змін); диверсифікацію джерел енергії в макрореґіоні, зокрема і значне збільшення частки енергії, виробленої із відновлюваних джерел [230].

Екологічна підсистема гірської політики знаходить своє відображення в гірських конвенціях, макрорегіональних стратегіях, нормативних і регуляторних документах ЄС у сфері охорони навколишнього середовища та спеціальних актах внутрішнього законодавства країн Європи.

Що стосується гірської політики України, то тут варто окремо виділити концепцію Державної програми сталого розвитку Українських Карпат. Основною метою Програми є забезпечення збалансованого розвитку гірських територій Українських Карпат, який включає зростання їх економічної конкурентоспроможності, досягнення високого рівня життя місцевого населення із одночасним збереженням їх автентичності, охорону довкілля та збереження природних ресурсів Карпат та етнокультурної спадщини регіону [201].

Поводження із відходами в країнах ЄЕС здійснюється відповідно до Директиви 2008/98/ЄС [231]. Вона не встановлює якихось окремих підходів до утилізації та переробки залишків у гірській та сільській місцевостях. Узагалі Європа проводить активну політику щодо усунення будь-яких проявів нерівності гірських регіонів у порівнянні із іншими територіями. Тут активно впроваджують принцип, згідно із яким виробники та імпортери продукції несуть відповідальність за неї впродовж усього життєвого циклу, зокрема стадії обігу, збирання та утилізації.

Такий підхід стимулює основне виробництво до екологізації технологічної схеми та зменшення негативного впливу процесу виробництва продукції на довкілля. З цією ж метою країни - члени ЄС також використовують єдину термінологію у сфері управління відходами, стимулюють виробництво «екологічно чистих» продуктів, використовують екологічне маркування, встановлюють пільгові податки або платежі під час утворення, транспортування та розміщення залишків тощо. Максимальний рециклінг відходів зменшує своєю чергою використання природних ресурсів та сприяє збереженню довкілля та охороні здоров'я жителів.

В Україні ж є «вперте» невиконання задекларованих у вітчизняному законодавстві положень, які відображають зокрема і поводження із відходами. Особливою проблемою в Українських Карпатах є нагромадження відходів деревини та їхній вплив на довкілля, зокрема на стан річкової мережі. За останні роки тут активізувався процес використання деревних відходів для отримання паливних брикетів, пелет та ін., що потребує впровадження сучасних і вдосконалення існуючих технологій та обладнання.

До 42% заготовленої в ЄС деревної біомаси використовують для виробництва енергії, що становить біля 5% від загального споживання енергії в країнах ЄС. Для України деревна біомаса може стати стратегічним джерелом в енергетичному балансі. Сектор біоенергетики в Україні вже сьогодні фактично заміщує понад 1,93 млрд. м³/рік природного газу. На сучасному етапі для задоволення енергетичних потреб в Україні використовується лише 10% від загального потенціалу біомаси, що становить 3 млн. т у. п. / рік. Близько 87,2% від всього обсягу використаної біомаси припадає на деревну біомасу, в основному дрова, тріски, гранули або брикети.

Оцінка ресурсів деревної біомаси в Україні була проведена Біоенергетичною асоціацією України і вона свідчить про існування обмежень цього ресурсу і активне його використання. Загальний об'єм деревного палив, включаючи додаткові джерела (деревне паливо із полезахисних лісових смуг, смуг уздовж залізниць та автомобільних шляхів, а також можливості вибірки сухостою в насадженнях) в Україні становить 4,5 млн. т у. п. / рік [232].

Демографічна складова політики розвитку гірських територій ЄЕС є невід'ємною частиною загальної стратегії розвитку конкретних регіонів. Забезпечення високих стандартів якості життя мешканців гірських територій досягають насамперед шляхом реалізації законодавчих та інвестиційних ініціатив державного, регіонального та місцевого рівнів, направлених на поліпшення рівня зайнятості населення.

У багатьох Європейських країнах продумана гірська політика, що направлена на підвищення рівня життя горян сприяє зменшенню процесу депопуляції гірських територій за рахунок зменшення виїзду громадян у міста. Наприклад, в Австрії такий підхід дав можливість за 15 років (1990-2005 рр.) збільшити щільність населення гірського краю майже на 5 % [233].

Проведений аналіз демографічної ситуації в 24 гірських та передгірських районах Карпатського регіону України [234] показав, що за останні роки значно скорочується чисельність населення, окремий виняток – Яремчанська міська рада та ін. Варто зазначити, що не врахована проблема масової трудової міграції, яка із тимчасової сезонної нерідко переходить у стаціонарну, і яку не обліковує статистика, а відсотки існуючого населення гірських районів є фіктивними.

За даними [235], старіння населення гірських районів Українських Карпат має стійку тенденцію. Так, із загального числа жителів гірської місцевості 21,6% – пенсіонери та 22,5% – молодь.

Авторами дослідження [235] проведено розрахунки численності постійного населення на цих гірських територіях. Згідно із їхніми прогнозами станом на 2020 рік кількість населення зменшиться і становитиме 1 247,4 тис. осіб. Порівнюючи із 2013 роком чисельність людей буде меншою на 90 тис. (або на 6,7%). Така ж тенденція буде зберігатися в подальшому і вже в 2030 році відбудеться зменшення населення ще майже на 140 тис. (або на 11,2%) і становитиме 1 107,1 тис. осіб. В підсумку до 2030 року кількість населення скоротиться на 229,7 тис. осіб або на 17,2%.

Східні (Українські Карпати) входять до Карпатської гірської країни, що вміщує території цілої низки держав Європи, більшість із яких входять до складу ЄС. Варто зазначити, що просторова локалізація проблем розвитку гірських територій зазвичай виходить за межі країн та регіонів (свого роду макрорегіон). Саме тому під час вирішення цих проблем необхідно враховувати тлумачення макрорегіону, дане Європейською комісією як

простору, до якого входять території різних країн і регіонів, що пов'язані спільними ознаками та проблемами [236].

Соціально-економічні проблеми розвитку гірських регіонів в Україні загрожують депопуляцією гір та втратою автентичної етнокультурної спадщини. Тому основним завданням сучасного соціально-економічного розвитку гірських територій є вирішення проблеми зайнятості місцевих жителів шляхом стимулювання інвестиційних проектів і сприяння вирівнюванню фінансово-бюджетних можливостей щодо забезпечення умов життя горян і розвитку територіальних громад [201].

Реалізацію гірської політики в Україні сьогодні регламентують Закон України «Про статус гірських населених пунктів в Україні» (від 15 лютого 1995 р.) та Постанови Кабінету Міністрів України «Про перелік населених пунктів, яким надається статус гірських» (від 11 серпня 1995 р. № 647), «Про умови оплати праці осіб, які працюють у гірських районах» (від 11 серпня 1995 р. № 648). Проте, на думку [233], з огляду на сучасні обставини соціально-економічного розвитку України ці нормативно-правові акти не діють і потребують зміни чинної в Україні системи бюджетного вирівнювання. За існуючих підходів вони не можуть забезпечити належний рівень якості та доступності основних суспільних послуг жителям територіальних громад гірських місцевостей, які є низькодохідними у бюджетному аспекті.

З метою збереження вразливих гірських екосистем особливої уваги заслуговує впровадження в практику ведення сільського господарства у гірських регіонах міжнародних стандартів ISO 14000 (менеджмент охорони навколишнього середовища) та ISO 22000 (менеджмент безпеки). Проте гірські райони вимагають активної державної підтримки з огляду на те, що соціально-економічні та екологічні проблеми гірських територіальних громад не можуть бути вирішені ними самостійно [227, 233].

Природні та соціально-економічні особливості гірських територій погіршують їхню інвестиційну привабливість та не сприяють сталому

розвитку. Багато авторів пропонують визначити гірські території пріоритетного розвитку і вводити на них спеціальний режим інвестиційної діяльності.

Екологічна мережа як складова сталого розвитку. Згідно із Законом України «Про екологічну мережу України» [237], екомережа виступає як одна із найважливіших передумов забезпечення сталого, екологічно збалансованого розвитку України, охорони довкілля, задоволення сучасних та перспективних економічних, соціальних та інших інтересів суспільства. Законодавець визначає екомережу як єдину територіальну систему, утворену з метою поліпшення умов формування та відновлення довкілля, підвищення природно-ресурсного потенціалу України, збереження ландшафтного та біорізноманіття тощо.

Як зазначає Я.І.Мовчан [238] «ідея екомережі є інтегральною в організації збереження біо- та ландшафтного різноманіття, з одного боку, і перспективою невиснажливого природокористування – з іншого».

Антропогенний вплив на гірських територіях визначається пріоритетними видами господарської діяльності. Серед них сільське господарство та гірничо-видобувна промисловість призводять до значних перетворень гірських ландшафтів. Ситуацію ускладнює розширення населених пунктів та прокладання транспортно-комунікаційних мереж, що в сукупності призводить до трансформації і деградації екосистем та їхніх компонентів, фрагментації та скорочення площ, які зайняті природними комплексами, дегуміфікації, посилення ерозійних процесів. Скорочення площ, які займали природні екосистеми, на думку автора, нагадують відому алегорію Оноре де Бальзака про шагрєневу шкіру. Зменшення площ природних екосистем призводить до втрати первинних рослинних угруповань та фауністичних комплексів, викликає зміни у структурних і функціональних параметрах екосистем, ландшафтів та біомів і, зрештою, може стати причиною втрати біотичного та ландшафтного розмаїття, «природного капіталу», «екофонду».

Україна запозичила досвід формування екомережі в Європейських країн (Чехословаччина, Бельгія, Нідерланди), де вже у 80-і роки минулого сторіччя під екомережу передбачали відведення значних територій (17% у Нідерландах) [239].

Першу концептуальну схему екомережі України запропонував Я.І.Мовчан. У ній автор обґрунтував її інтегральний характер, що охоплює практично всі галузі господарської діяльності людини [240]. Головні риси екомережі України та підходи до її формування наприкінці 90-х були викладені в працях Я.І.Мовчана та Ю.Р.Шеляга-Сосонко [240, 241]. На початку 2000-х низка авторів [242] запропонувала одну із перших генеральних схем формування національної екологічної мережі України та розробила наукові пропозиції щодо вдосконалення схеми формування її природних територій.

Відтак основні акценти розвитку екомережі були зосереджені на розвитку регіональних схем екомереж та їх впровадженні на регіональному рівні [243, 244].

Пілотним проєктом цьому напрямку, який фінансувало Посольство Королівства Нідерландів в Україні, стало формування екомережі на регіональному рівні на території Чернівецької області [244]. Картосхема зазначеної пілотної екомережі представлена на рис. 1.1.

Чернівецька область завдяки географічним особливостям розташування в границях лісостепової і лісової гірської природних зон у поєднанні з різноманітністю типів ґрунтів та кліматичних умов, видового багатства рослинності, флори та фауни є оптимальним дослідним майданчиком для розробки та реалізації методичних підходів формування й побудови регіональної екологічної мережі як складової національної екомережі України на шляху її інтеграції у Пан-Європейську та світову екологічну мережу.



Рисунок 1.1 - Схема екомережі Чернівецької області (пілотний проєкт IUSN № 76175-000)

Вузлові елементи екомережі (ядра) Чернівецької області відзначаються різноманіттям форм ландшафтів і середовищ існування, відіграють особливо важливу роль для збереження ендемічних, реліктових і рідкісних видів. Між собою вони поєднуються, як правило, декількома екокоридорами (зрідка лише одним для завершальних ядер). Інколи ядра екологічної мережі можуть не поєднуватись коридорами, будучи острівними. Ієрархія природних ядер, як і екокоридорів, відповідає ієрархії екомережі.

У результаті аналізу територіального розміщення об'єктів природно-заповідного фонду та їхнього біотичного й ландшафтного різноманіття, консультацій з експертами, підготовлено проєктний варіант схеми екологічної мережі Чернівецької області. Запропонована схема відображає розподіл на території проєкту природних екологічних ядер та екологічних коридорів різних типів (долинно-річкові, лісові, лісостепові). Кожна група елементів екологічної мережі нанесена на окремий електронний шар, структура якого містить поля ідентифікаційного коду, назву елемента екомережі.

Інформаційне наповнення екологічної мережі Чернівецької області включає в себе максимально повний інформаційний набір даних про кадастри: фонду об'єктів природно-заповідного фонду, раритетних представників флори та фауни, раритетних угруповань та матеріали лісовпорядкування, земельного фонду та його використання в межах об'єктів ПЗФ, основних типів екосистем і ландшафтів у межах об'єктів ПЗФ.

Створена на такій основі база даних є підґрунтям для розробки схеми регіональної екомережі Чернівецької області з відповідними базовими елементами: природними ядрами, коридорами, буферними зонами та територіями відновлення.

Деталізацію та опис елементів екомережі Чернівецької області, зокрема опис одного із екологічних коридорів, провела низка дослідників [245] у рамках Міжнародного проєкту, реалізованого в 2010 році. Автори вперше прописали та реалізували механізм погодження із землевласниками та винесення в натуру територій, які запропоновані під конкретний екологічний коридор.

Наразі також розроблено та обґрунтовано схеми екомереж Поділля [246], Карпатського регіону [247], Степу [248], Причорномор'я [249], Новгород-Сіверського Полісся [253] та ін., де сформульовані концептуальні засади басейнового підходу до формування екологічної мережі області, який дає можливість територіального і функціонального охоплення заповіданням.

Значна увага ландшафтним аспектам екомережі як основи сталого розвитку території, приділена в дослідженнях [250]. Зв'язок розвитку екомережі і сталого розвитку детально розглянутий у праці [240].

Останніми роками значну увагу приділяють формуванню національної екомережі України із використанням ГІС-систем [251]. У цьому плані варто зазначити методикку побудови екомережі субрегіонального рівня за допомогою геоінформаційної системи QGIS (QuantumGIS), детально описаної в дослідженнях [252, 254].

Важлива функція системи QGIS, на думку авторів, полягає в тому, що карти можуть складатися із растрових або векторних шарів. Типові для такого роду програмного забезпечення векторні дані зберігаються як точка, лінія, полігон. Різні види растрових зображень підтримуються, а програмне забезпечення може виконувати географічну прив'язку відповідних зображень до об'єктів на місцевості.

1.6. Обґрунтування завдань дослідження

На підставі проведеного аналізу літератури з питання сучасного стану екологічної безпеки гірських екосистем визначено об'єкт, предмет дослідження та сформовано основні завдання дисертаційної роботи:

- запропонувати концептуальні засади екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат;
- провести дослідження стану компонентів екосистем Покутсько-Буковинських Карпат;
- розробити технологію створення паливних гранул та брикетів із деревних відходів методом екструзії та пресування під тиском;
- провести дослідження перспективності використанням волокнистого носія типу «ВІЯ» для підвищення якості поверхневих вод водотоків Покутсько-Буковинських Карпат;
- розробити метод очищення стічних вод підприємств переробної промисловості Покутсько-Буковинських Карпат від органічних забруднень;
- запропонувати систему управлінських та нормативно-правових заходів для мінімізації екологічної небезпеки від дифузійних забруднень гідросфери Покутсько-Буковинських Карпат;
- розробити та впровадити програму збалансованого розвитку заповідних територій Покутсько-Буковинських Карпат.

РОЗДІЛ 2.

КОНЦЕПЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Концептуальна схема досліджень

Нами запропоновано концептуальну схему екологічної безпеки гірських екосистем (рис.2.1), яка базується на взаємодії таких основних компонентів: раціональне лісокористування, збереження ландшафтного та біотичного різноманіття, збалансоване використання місцевих корисних копалин, санітарно-екологічний стан гідросфери, атмосфери, ґрунтів, популяційного здоров'я.

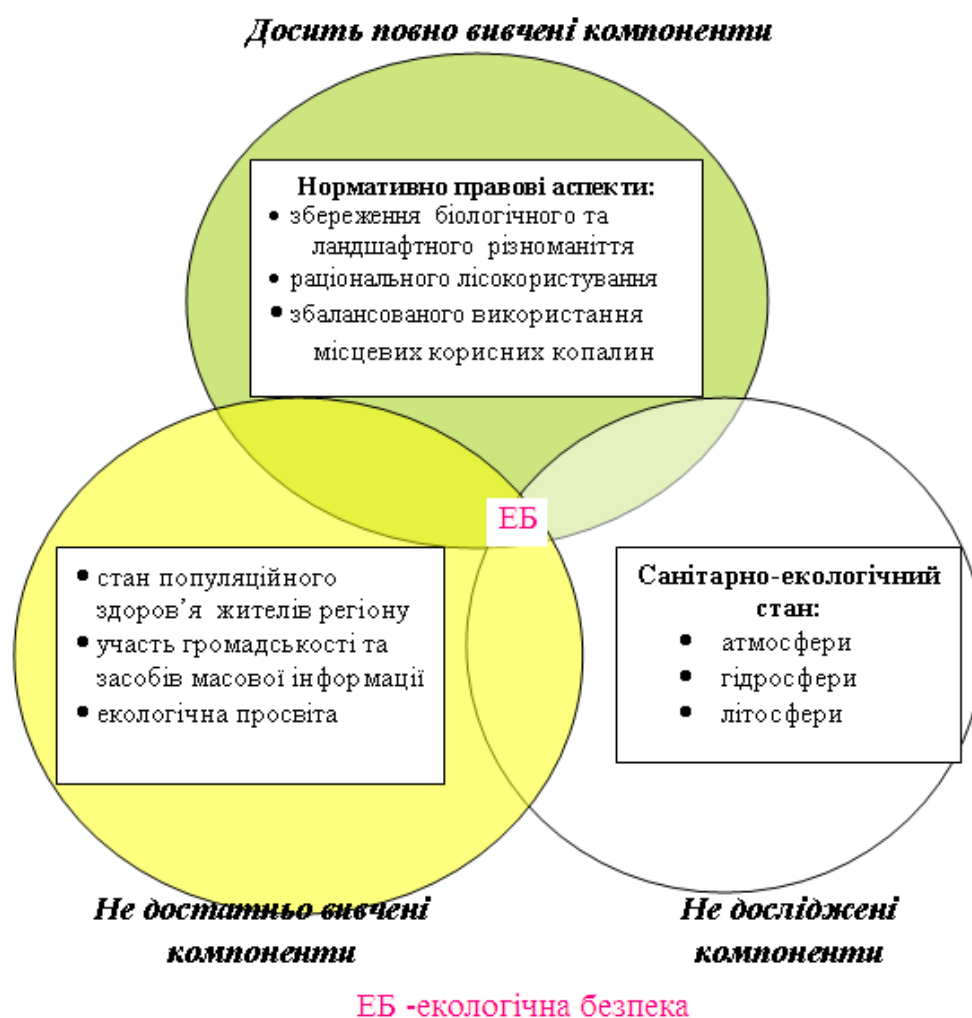


Рисунок 2.1 - Концептуальна схема екологічної безпеки гірського регіону

Ряд компонентів (група 1) цілком визначаються проведенням відповідних нормативно-правових та управлінських заходів, тому вони не були цілком наших досліджень. Ми обмежилися лише розробкою рекомендацій щодо доцільності впровадження цих заходів, що є функцією органів влади. Компонент групи 2: стан популяційного здоров'я – одночасно є необхідним компонентом екологічної безпеки досліджуваного регіону і визначальним показником ефективності реалізації заходів щодо мінімізації екологічної небезпеки стосовно інших компонентів, приведених на рис.2.1. Тому ми його використовуємо як інтегральний показник, що характеризує стан екологічної небезпеки гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат та динаміку її змін. Компонент – санітарно-екологічний стан атмосфери для умов гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат – не зазнає відчутного антропогенного впливу. Тому як компонент, екологічний стан якого необхідно покращити шляхом реалізації управлінських чи інженерних заходів, він не розглядався. Санітарно-екологічний стан атмосфери, як і компонент (стан популяційного здоров'я) ми використовували як інтегральний показник, що характеризує стан екологічної безпеки гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат та динаміку її змін. Більш детально ми розглядали, із позицій мінімізації екологічної небезпеки (що зрештою визначає стан екологічної безпеки гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат), компоненти групи 3 – санітарно-екологічний стан гідросфери, та 6 – санітарно-екологічний стан ґрунтів.

Виходячи із концептуального бачення об'єктом наших досліджень служив гірський регіон Покутсько-Буковинських Карпат. Предметом дослідження є процеси мінімізації екологічною небезпеки компонентів довкілля Покутсько-Буковинських Карпат, що забезпечують сталий розвиток регіону на основі реалізації системи інженерних та управлінських рішень. Логічно-послідовна схема теоретичних та експериментальних дисертаційних

досліджень у межах об'єкта дослідження з ціллю реалізації завдань предмета дослідження представлена на рис.2.2.

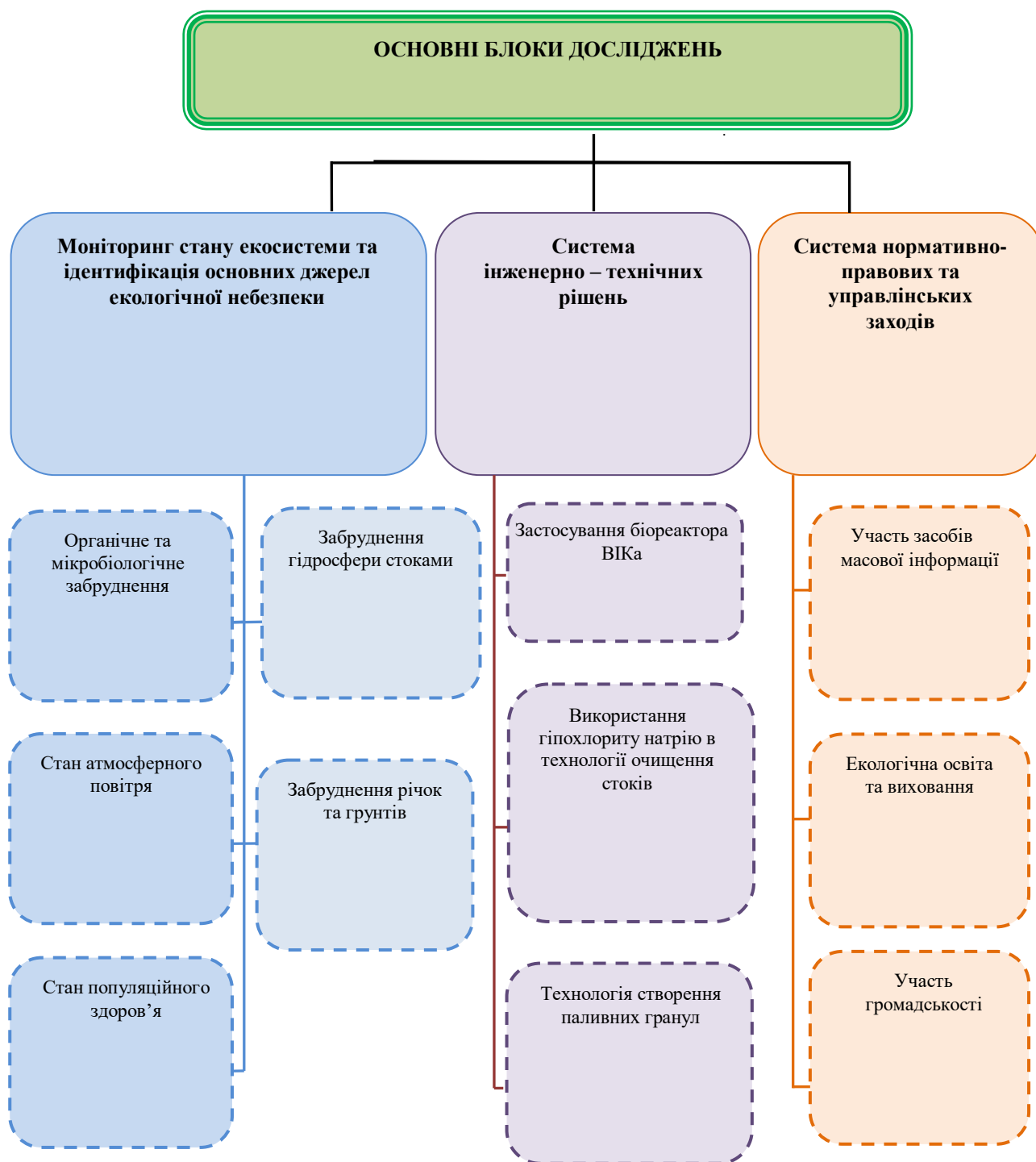


Рисунок 2.2 - Логічно-послідовна схема теоретичних та експериментальних дисертаційних досліджень.

Логічно-послідовна схема складається із трьох блоків. Перший – моніторинг стану гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат, містить 2 підблоки: власне моніторинг стану екосистем та ідентифікацію основних джерел екологічної небезпеки гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат. У процесі моніторингу стану екосистем Покутсько-Буковинських Карпат ми аналізували стан заповідних територій, гідросфери, атмосфери, ґрунтів, здоров'я населення. Визначальним був моніторинг забруднень гідросфери, атмосфери та ґрунтів. Спостереження за станом заповідних територій ми розглядали із позицій використання інформації, як фонові, для аналізу динаміки забруднення екосистеми. Здоров'я населення розглядали як інтегральний показник стану екологічної безпеки екосистеми Покутсько-Буковинських Карпат. Вихідна інформація першого підблоку була вхідною для другого підблоку – ідентифікації основних джерел екологічної небезпеки екосистем Покутсько-Буковинських Карпат. У результаті проведення цієї ідентифікації виділені джерела екологічної небезпеки для компоненту екологічної безпеки гірського регіону (рис.2.1) – санітарно-екологічного стану гідросфери та компоненту – санітарно-екологічного стану ґрунтів. Щодо стану гідросфери, то ідентифіковано 2 види джерел екологічної небезпеки: мікробіологічне забруднення струмків і водотоків та забруднення гідросфери стоками підприємств переробної промисловості, які є розповсюдженою галуззю промисловості в досліджуваному регіоні.

Другий блок логічно-послідовної схеми теоретичних та експериментальних дисертаційних досліджень містив систему інженерних заходів із ціллю мінімізації екологічної небезпеки досліджуваних компонентів.

Для попередження мікробіологічного забруднення струмків та водотоків ми використовували волокнистий носій типу «ВІЯ» (ТУ 995990), виготовлений із текстурованої джгутової нитки (ТУ 6-06-С116-87, текс 350). Раніше низка авторів [255-257] встановила, що волокнистий носій «ВІЯ» із успіхом можна використовувати з ціллю конструювання «біореакторів» для

очищення поверхневих вод. На волокнистих носіях формується специфічний «біофільтр» у вигляді штучно створеної мікроекосистеми. В досліджуваній мікроекосистемі волокнистий носій служить свого роду «домівкою» для мікроорганізмів, рослинних та безхребетних тваринних організмів, де вони здатні нагромаджуватися, що є основою очищення водою. Окрім того, частина бактерій стає елементом живильного ланцюга і служить їжею для безхребетних гідробіонтів. Таким чином спостерігається очищення водою у два етапи: за рахунок адсорбції на синтетичному носії на першому етапі та трофічним ланцюгом на другому.

Для мінімізації екологічної небезпеки від забруднення гідросфери стоками підприємств переробної промисловості використовували реагентний метод знешкодження забруднень (використання розчину гіпохлориту натрію), який є дійовим, надійним, дозволяє забезпечити необхідний ступінь очищення.

Для попередження забруднення ґрунтів досліджували засмічення їх деревними відходами, вивчали технологію створення паливних гранул, яка дозволяє не лише попередити забруднення, але й отримати відновлювальні джерела енергії – гранульовану біомасу, використання якої призводить до зниження екологічної небезпеки від застосування палива в регіоні, і тим самим зменшити екологічну небезпеку забруднення атмосфери.

У третьому блоці передбачено розроблення рекомендацій щодо використання нормативно-правових та управлінських заходів із ціллю мінімізації екологічної небезпеки всіх приведених на рис. 2.1 компонентів екологічної безпеки екосистем Покутсько-Буковинських Карпат.

Увесь описаний комплекс досліджень і заходів складає об'єкт досліджень дисертаційної роботи.

2.2. Методика отримання паливних гранул із деревних відходів та визначення їхніх фізико-хімічних показників

Характеристика фізико-хімічних властивостей твердих відходів деревини. Деревина має клітинну структуру. За хімічним складом стінки клітин переважно на 90% складаються із органічних речовин (вуглеводнів та їх похідних) і містять до 1% мінеральних речовин (простих елементів та неорганічних сполук), з яких при горінні деревини утворюється зола [258].

Органічні речовини деревини поділяють на три частини:

1. До складу вуглеводневої частини входить ряд полісахаридів: целюлози та геміцелюлози. Целюлоза є базовим компонентом деревини. Вміст її коливається від 46 до 54% для хвойних порід, від 41 до 45% для листяних порід. А вміст геміцелюлози коливається в межах від 17 до 43%.
2. Ароматична складова органічних речовин деревини включає лігнін, який є сумішшю ароматичних полімерів.
3. Екстрактивні речовини деревини містять ряд органічних сполук, які можна екстрагувати за допомогою нейтральних розчинників: води та різних органічних речовин. До цієї групи належать також ефірні масла, смоляні та жирні кислоти, дубильні речовини.

У таблиці 2.1 наведена теплотворна здатність компонентів різних порід деревини [259], а таблиця 2.2 включає дані про максимальні розміри деревних відходів, які утворюються під час переробки лісу [260].

За показником щільності при вологості 12% всі породи поділяють на 3 основні групи [260]:

1) з малою густиною до 540 кг/м^3 :

- хвойні – сосна, смерека, ялиця, кедр, ялівець;
- листяні – тополя, липа, осика, верба, вільха;

2) з середньою густиною $540 \leq \rho \leq 740 \text{ кг/м}^3$:

- хвойні – модрина;

- листяні – бук, береза, в'яз, груша, дуб, ільм, берест, клен, каштан, ясен;
- 3) з великою густиною понад 740 кг/м³:
- акація біла, береза жовта, граб, кизил, тис, залізне дерево.

Таблиця 2.1 – Теплотворні здатності компонентів деревини [259]

Компонент біомаси деревини	Теплотворна здатність 1 кг, МДж		
	Сосна	Ялина	Береза
Стовбур дерева	19,2	19,0	19,0
Кора	19,4	19,8	22,3
Кора дерева без листя	20,2	19,8	20,3
Хвоя	21,1	19,8	-

Таблиця 2.2 - Максимальні розміри деревних відходів [260]

Група відходів	Види відходів	Максимальний розмір відходів, м		
		довжина	ширина	Товщина (діаметр)
М'які	Тирса	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
	Деревний пил	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
	Стружка	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$

Під час проведення експерименту було використано два зразки деревних відходів із певним гранулометричним складом, який зображений на рис. 2.3 та рис. 2.4.

Характеристики зв'язуючого компонента. Як зв'язуючий компонент використовували відходи виробництва після варіння целюлози з хвойних та листяних порід дерева Жидачівського целюлозно-паперового комбінату, які збираються з поверхні чорних лугів. У літературних джерелах ці залишки можна побачити під назвою сульфатне мило. Найбільш розповсюдженим є сульфатне мило із деревини сосни, яке є мазеподібною рідиною темно-

коричнева кольору. Основою є суміш натрієвих солей, жирних смоляних кислот та неомилювальних речовин.

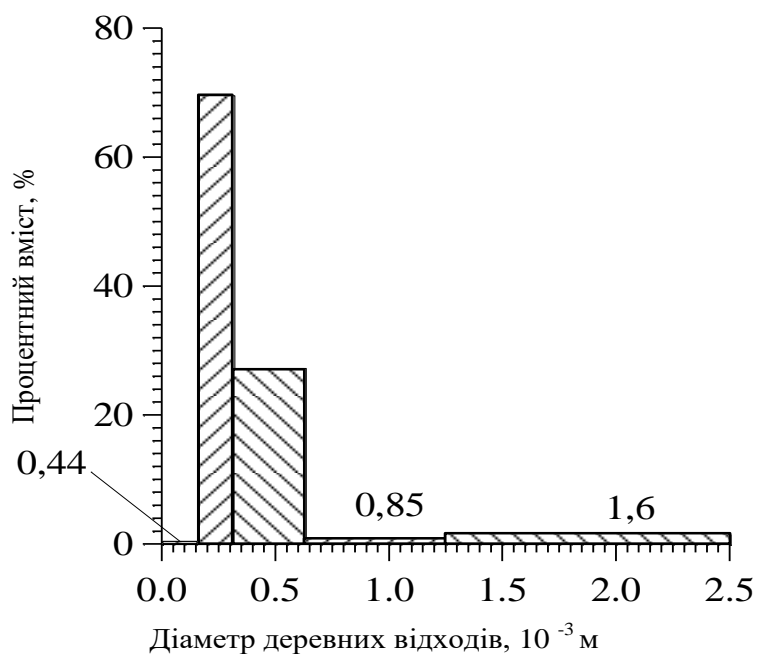


Рисунок 2.3 - Гранулометричний склад деревних відходів №1.

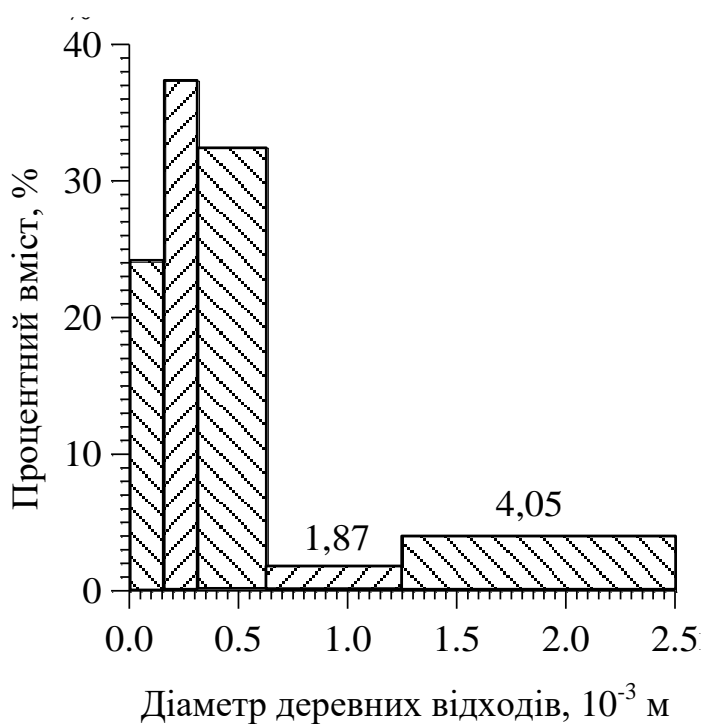


Рисунок 2.4 - Гранулометричний склад деревних відходів №2.

Фізико-хімічні показники [261]:

- відносна густина за температури 20°C $d_4^{20} = 0,6...1$;
- помірно розчиняється у воді;
- температура самозаймання 400°C;
- в'язкість за 20°C 0,1...1,0 Па·с, а за 80°C 0,09...0,45 Па·с;
- складна органічна суміш із вмістом 50-55% Na-солі вищих жирних кислот (переважно олеїнової, ліноленової та смоляних кислот);
- масова частка жирних, смоляних кислот та неомилювальних речовин не менше 45 %;
- масова частка води не більше 35%;
- масова частка загальних лугів у перерахунку на NaOH не більше 9%.

Вихід на 1 т целюлози: 100-120 кг із сосни, 40-60 кг із ялини, 20-40 кг із листяних порід [262].

Вибір цього зв'язуючого компонента обумовлений низкою причин:

1. Отримують ці відходи під час видалення із деревини смолянистих речовин та лігніну. Це зумовлює нетоксичність речовин, які беруть участь у гранулюванні відходів деревини за умови високого тиску (лігніну).
2. Значні об'єми утворення цих відходів.

Попереднє сушіння сировинних компонентів. Установа (рис. 2.5) складається із вентилятора 1, калорифера 2, сушильної камери 3 та системи очищення 5.

Установа працює таким чином. Перед початком експерименту вмикається вентилятор 1 і після цього – калорифер 2. Із досягненням у сушарці 3 заданої температури туди поміщали контейнер із наважкою 4. Через однакові проміжки часу наважка зважувалася. Коли різниця між двома зважуваннями становила менше, ніж 0,0001 г, експеримент припиняли, а наважка вважалася висушеною. Швидкість теплоносія вибирали таким чином, аби винесення дрібнодисперсної фракції було мінімальним.

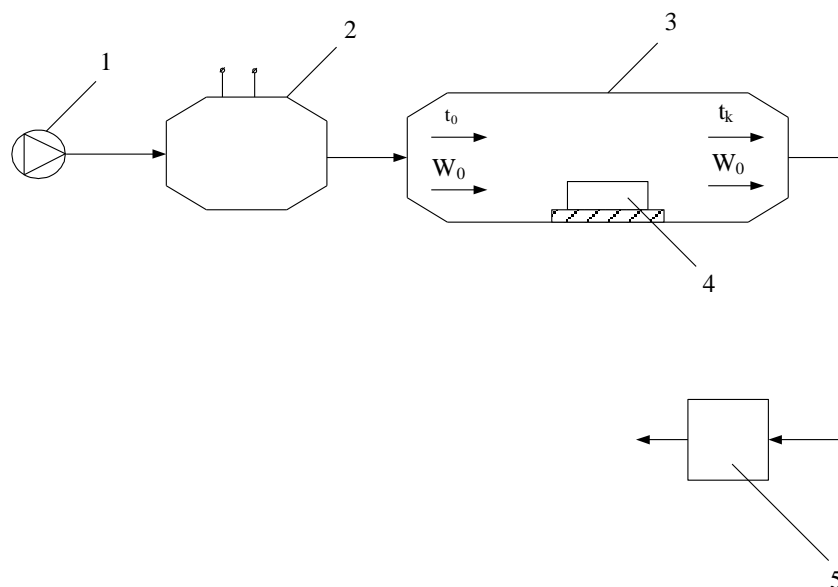


Рисунок 2.5 - Схема установки для сушіння: 1 – вентилятор; 2 – калорифер; 3 – сушильна камера; 4 – контейнер із наважкою; 5 – система очищення.

Методика проведення досліджень формування гранул на екструдері.

На рис. 2.6 зображено принципову схему установки для гранулювання паливних матеріалів [263].

Процес гранулювання розпочинається при завантаженні у бункер 1 вихідних компоненти із обов'язковим надлишком в'язучого складника для використання його як змазувального матеріалу. Дозуючі пристрої 5, що розміщені в камері 6, зумовлюють рівномірне перемішування компонентів і подачу їх на дозуючий шнек 7. За допомогою шнеку 7 забезпечується попереднє стискування, а потім рівномірна подача реакційної маси в циліндричний корпус 2. Екструзійне просування до конічної частини 3 відбувається за рахунок роботи шнека 8. Це супроводжується зростанням тиску в частині 3, внаслідок чого із суміші виділяється рідкий компонент, який відводиться через дренажний отвір 9. Потім суміш поступає у фільтеру 10, де власне і здійснюється формування гранул. Довжина гранул регулюється ріжучим пристроєм 4.

Формування гранули та забезпечення її міцності відбувається у конусній частині, яка показана на рис. 2.7.

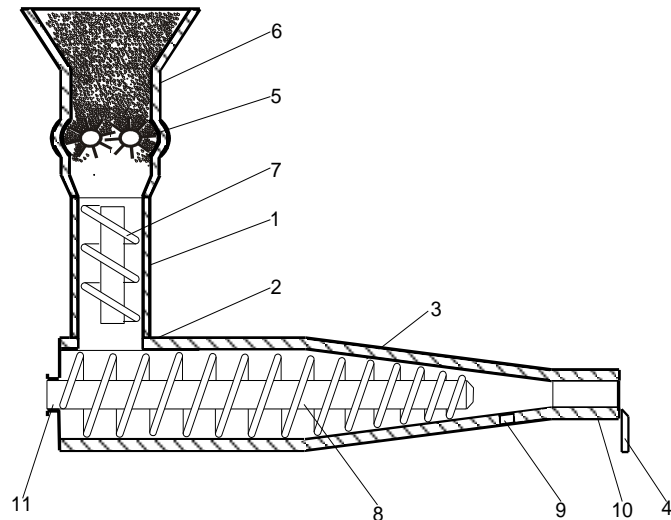


Рисунок 2.6 – Схема установки для формування паливних матеріалів: 1 – завантажувальний бункер; 2 – циліндрична частина корпусу; 3 – конічна частина корпусу; 4 – ріжучий пристрій; 5 – дозуючий пристрій; 6 – підготовча камера; 7 – дозуючий шнек; 8 – шнек із транспортуючими, ущільнюючими та витискаючими лопатками; 9 – дренажний отвір; 10 – фільтр; 11 – вал редуктора

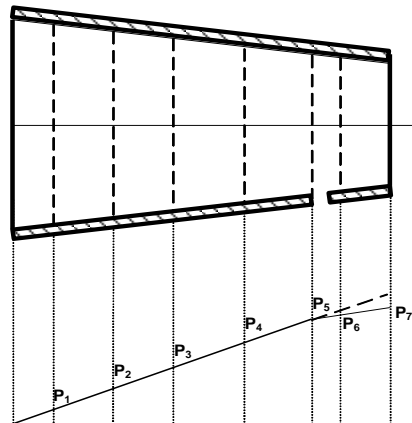


Рисунок 2.7 - Схема розподілу тиску вздовж конічної частини корпусу

Для ефективної роботи пристроїв необхідно забезпечувати рівномірний розподіл компонентів у суміші в'язучого і наповнювача. Однак, на практиці при змішуванні досягнути цього складно внаслідок невеликої кількості в'язучого компонента, його високої в'язкості та гігроскопічності самих деревних відходів.

Якість паливних гранул суттєво залежить від однорідності суміші, оскільки надлишок в'язучого викликає крихкість гранул і зменшує їх міцність в місцях його знаходження, а його недостатність призводить до погіршення якості паливних гранул.

Для підвищення рівномірності розподілу компонентів суміші проводиться оснащення конічної частини корпусу дренажним отвором для видалення частини рідкого в'язучого компоненту із суміші, що разом із підвищенням тиску в конічній частині корпусу забезпечує рівномірний розподіл рідкого в'язучого компоненту між дрібнодисперсними частинками деревних відходів, а його надлишок видаляється через дренажний отвір, що підвищує міцність отриманих гранул та зменшує їхню крихкість.

Надлишок рідкого зв'язуючого компонента зменшує тертя між сумішшю та робочими органами установки, що сприяє зниженню питомих витрат енергії на процес гранулювання, а також продовжує термін експлуатації обладнання.

Виконання дренажних отворів на конічній частині дозволяє видаляти надлишок зв'язуючого компонента із суміші. Завдяки дренажним отворах його надлишок виводиться назовні, а тиск зменшується.

Попередня підготовка зв'язуючого. Для покращення в'язучих властивостей та зменшення вмісту вологи перед подачею в установку необхідно підготувати сировину. В'язуча речовина піддається термічній обробці у водяній бані. Температура води вища 80°C. Під час теплової обробки із сировини виділяються леткі речовини та проходить випаровування вологи.

Завершення термічної обробки відбувається тоді, коли втрата маси становить 4,6%, що є найбільш оптимальним. Це зумовлено зменшенням вмісту вологи, що в свою чергу призводить до зростання в'язкості, і це дозволяє покращити зв'язуючі властивості, а також збільшити вміст твердих частинок до 45-70%. Склад твердих речовин розчину: вуглецю – 42,6%; кисню – 31,7%; натрію – 18,3%; водню – 3,6%; сірки – 3,6%; мінеральних оксидів – 0,2%. Теплотворна здатність сухої речовини – 15,4 МДж/кг [264].

Під час подальшої термічної обробки відбувається повна втрата вологи та затвердіння речовини. В такому виді неможливо використовувати зв'язуюче, тому що втрачаються його в'язучі та змащувальні властивості.

Визначення оптимальних умов формування гранул. Для визначення оптимальних умов створення гранул ми вибрали постійний об'єм, який заповнювали наповнювачем та зв'язуючим. Відтак ці компоненти перемішувалися в підготовчій камері 6 (див. рис. 2.6) та дозуючим шнеком 7 подавалися до циліндричної 2, конічної 3 частини та фільтри 10 (шнеком 8), де проходив процес формування гранул.

Під час формування відбувалося стискання частинок деревини, які наближалися на мінімальну відстань одна до одної. А зв'язуюча речовина обволікала їх та склеювала ці частинки. Оптимальна кількість зв'язуючого обумовлювалася тиском, який видаляв зайву кількість в'язучої речовини за межі прес-маси. Всі ці дії проводилися з ціллю збереження форми гранули після зменшення тиску.

Експерименти продовжувалися з почерговим збільшенням кількості наповнювача зі сталим об'ємом зв'язуючого, а також зі збільшенням останнього та сталим об'ємом першого. Критерій, який характеризує оптимальні співвідношення наповнювача та зв'язуючого, є міцність гранул. Готові гранули після виходу зі шнека випробовували на міцність, а найбільш міцні надалі використовували для наступних експериментів.

Формування гранул під високим надлишковим тиском проводили на експериментальній установці, що зображена на рис. 2.8.

Процес формування гранули проводили на гідравлічному пресі, в який поміщали прес-форму для формування гранул. У пристрій засипали вихідні речовини з певним відсотковим складом. Процес формування гранули проводили на гідравлічному пресі (рис. 2.9.), в який поміщали прес-форму для формування гранул. У пристрій, який зображений на рис. 2.9-2.10, засипали вихідні речовини з певним відсотковим складом.

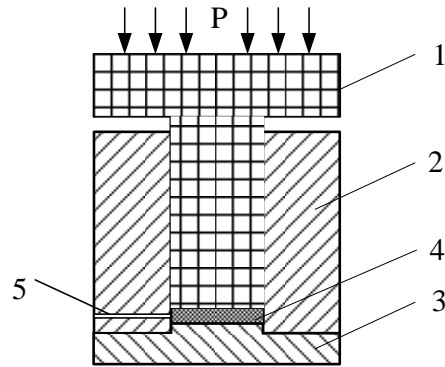


Рисунок 2.8 – Вид пристрою для формування гранули за умови високого тиску: 1 – поршень; 2 – матриця; 3 – основа; 4 – композиція; 5 – дренажний отвір.



Рисунок 2.9 – Вид гідравлічного пресу, на якому проводилося формування паливних гранул.

Для пресування гранули засипали постійну наважку відходів деревини та розраховану за відсотковим вмістом наважку зв'язувальної речовини. Відтак експерименти проводили із перемішуванням компонентів, а також із подачею зв'язуючого компоненту в центр деревних відходів без перемішування. Підготовлену масу засипали в пристрій для формування гранул, після чого його поміщали в гідравлічний прес, де створювався тиск, який формував

гранули. Під час проведення експерименту через дренажний отвір виділявся зайвий зв'язуючий компонент із дрібною фракцією деревних відходів. Після досягнення заданого тиску сформовану суміш витримували впродовж 10 с для остаточного склеювання частинок деревних відходів. Далі готову гранулу випресовували та визначали її фізичні показники: масу, висоту, густину.

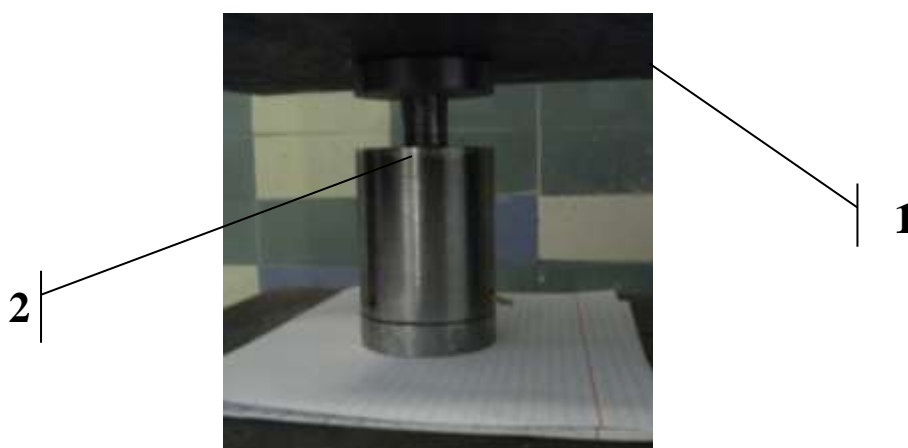


Рисунок 2.10 – Фото формувального пристрою в гідравлічному пресі під час експерименту (1 – рухома частина преса, 2 – поршень прес-форми).

Максимальній кількості поділок манометра преса відповідав тиск (згідно з характеристикою преса). Для отримання числових характеристик режимів пресування використовували такі формули (2.1 та 2.2), результати розрахунків наведені в графіку (рис. 2.11).

Визначення теплотворної здатності гранул. Теплотвірну здатність гранул визначали за методикою [265]. Для цього:

- 1) за допомогою спеціального преса виготовляли для спалювання таблетку бензойної кислоти (наважка повинна становити від $8 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ кг);
- 2) таблетку обережно випресовували із прес-форми та зважували на аналітичних терезах. Відрізали шматочок тонкого (діаметр від $2 \cdot 10^{-4}$ до $4 \cdot 10^{-4}$ м) мідного дроту довжиною від $8 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ м і зважували його. Дротинку пропускали через отвір у таблетці, обережно обмотували нею

таблетку. Проводили контрольне зважування останньої з дротинкою. Обмотували дріт разом із таблеткою невеликим (від $8 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ м) відрізком бавовняної нитки. Ще раз зважували таблетку речовини разом із металічною дротинкою та ниткою;

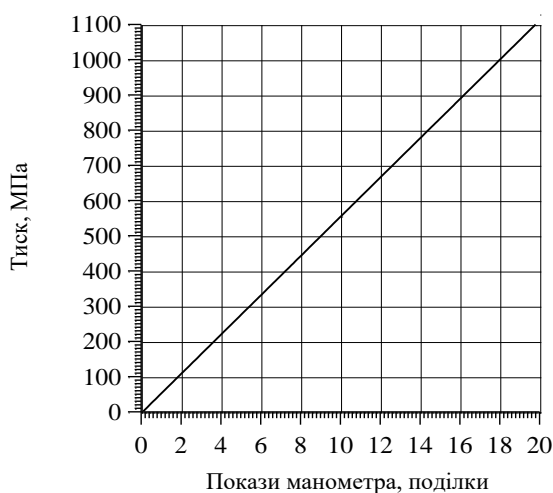


Рисунок 2.11 – Співвідношення показників манометра преса та тиску штока на гранулу.

- 3) підготовлену згідно з пп. 1-2 таблетки для спалювання поміщали в суху чашку калориметричної бомби, закріплювали кінці мідної дротинки на струмовводах. За допомогою тестера перевіряли надійність електричних контактів;
- 4) збирали бомбу, поміщали кришку бомби разом із таблеткою речовини у корпус, герметично закривали;
- 5) під'єднували бомбу через штуцер до балона з киснем. Кисень у бомбу подавали з балона через редуктор із манометром. Тиск на манометрі відрегулювали на від 20 до $25 \cdot 10^5$ Па. Бомбу впродовж від 10 до 15 с продували киснем. Після цього закривали вентиль, заповняли бомбу киснем до тиску від 20 до $25 \cdot 10^5$ Па, закривали вентиль та від'єднували бомбу від кисневої лінії. За допомогою тестера перевіряли електричний контакт між клемми на кришці бомби;

- б) в склянку калориметра наливали $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ дистильованої води. Бомбу поміщали у калориметричну склянку та під'єднували її за допомогою провідників до клем джерела постійного струму;
- 7) закривали калориметричну склянку спеціальною теплоізоляційною кришкою, встановлювали термометр Бекмана, який відрегулювали із врахуванням екзотермічного ефекту реакції спалювання;
- 8) вмикали мішалку калориметра. Через 600...900 с після того, як температура всіх частин калориметричної системи вирівнювалася, проводили 10 відліків температури початкового періоду. Натискали кнопку запалювання для ініціювання реакції спалювання речовини. Головний період тривав від 240 до 300 с. Після цього проводили 10 відліків температури кінцевого періоду;
- 9) бомбу виймали із калориметра. Обережно відкривали вентиль та впродовж 300...420 с випускали газоподібні продукти спалювання. Відкручували накидну гайку та виймали кришку. Оглядали внутрішню частину бомби. Якщо на стінках був наліт сажі, то спалювання було неповне, і дослід повторювали. Якщо спалювання повне (немає сажі), то внутрішні частини бомби промивали й висушували. Збирали частини дротинки, які не згоріли, висушували їх та зважували;
- 10) проводили дослід 2, таблетку виготовляли із досліджуваної речовини, експеримент проводили аналогічно як у пп. 2-9;
- 11) будували графіки $T = f(\tau)$, із яких визначали зміни температури калориметра в процесі спалювання бензойної кислоти $\Delta T_{0,1}$ та досліджуваної речовини $\Delta T_{0,2}$.

Розраховували сталу калориметра K за формулою (2.1):

$$K = \frac{aq_A + b_1q_B + d_1q_D}{\Delta T_{0,1}}, \quad (2.1)$$

де a , b_1 та d_1 – наважки (кг) бензойної кислоти, дротинки, що згоріла (визначається як різниця мас дротинки до та після досліду), та нитки (вати) відповідно для визначення сталої калориметра; q_B та q_D – питомі теплоти спалювання дротинки (залізної – 4184, мідної – 2510,4, нікелевої – 3242,6 Дж·г⁻¹) та нитки (вати) відповідно.

Питому теплоту спалювання досліджуваної речовини q_C розраховують за формулою (2.2):

$$q_c = \frac{K\Delta T_{0,2} - b_2q_B + d_2q_D}{c}, \quad (2.2)$$

де c , b_2 та d_2 – наважки (кг) досліджуваної речовини, дротинки та нитки (вати), взяті під час другого досліду – в процесі згоряння досліджуваної речовини; $\Delta T_{0,2}$ – зміна температури калориметра під час цього вимірювання.

Визначення вмісту легких компонентів та коксового залишка. Вихід легких компонентів із палива – це суміш газів, які утворюються під дією високої температури з урахуванням вологи, визначався за описаною методикою [265]. Закрити піч розігрівали до температури 850 °С. На підставку встановлювали закритий тигель із наважкою $1 \cdot 10^{-3}$ кг. Коли піч розігріта, відкривали кришку та швидко вставляли підставку з тиглем. Піч закривали і витримували тигель 420 с. Коливання температури, які спостерігаються на початку досліду, повинні завершитися впродовж перших трьох хвилин перебування тигля в пічці. Постійність температури є важливою умовою проведення експерименту. Контроль температури здійснювали за допомогою термопар, яка встановлена в пічці з таким розрахунком, щоб кінець (гарячий спай) був на відстані приблизно $5 \cdot 10^{-3}$ м від дна тигля.

Через 420 с тигель виймали. Ні на кришці, ні на тиглі не повинно бути чорного нальоту; якщо він був, то експеримент повторювали.

Витягнутий із печі тигель охолоджували на повітрі впродовж 300 с, далі переносили в ексікатор, де охолоджували до кімнатної температури, та зважували.

Різницю в масі наважки до досліду та після нього вважали сумою маси летких компонентів і вологи.

Якщо для аналітичної проби масою $m_{\text{наважки}}$ грамів визначено зменшення маси $m_{\text{прожарюваної}}$ грамів, то маса залишка дорівнювала $(m_{\text{наважки}} - m_{\text{прожарюваної}})$ грамів.

Отже, відсотковий вміст летких компонентів плюс волога палива складав (2.3):

$$W^a + V^a = \frac{a \cdot 100}{G} \%, \quad (2.3),$$

де V^a – відсотковий вміст летких компонентів.

Відсотковий вміст коксового залишку палива – це кількість вуглецю, який утворюється за умови відсутності кисню під час горіння, знаходили за формулою (2.4.):

$$K^a + A^a = \frac{(G-a) \cdot 100}{G} \%, \quad (2.4)$$

де A^a – вміст золи у пробі.

Визначення зольності. У фарфоровий [266] тигель вносили наважку аналітичної речовини масою від $1 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ кг. Далі тигель із речовиною ставили в холодний або нагрітий (не більше ніж 300 °C) муфель. Потім температуру піднімали до 800 °C (± 25 °C) і за цієї температури закритий (після озолення) муфель прожарювали впродовж 7200 с. Тигель із золою виймали, охолоджували 300 с на повітрі на азбестовій пластині, потім в ексікаторі – до кімнатної температури (від 1800 до 2400 с) та зважували. Після

зважування тигель знову ставили в нагрітій до 800 °С муфель для контрольного прожарювання. Через 1800...2400 с тигель виймали, охолоджували та зважували. Контрольне прожарювання продовжували до постійної маси золи. Співвідношення маси золи в тиглі до взятої наважки (у відсотках) приймали за вміст золи в аналітичній пробі та позначали A^a .

Визначення статичної міцності. Випробовування [267] міцності на згин проводилися на приладі МІІІ-100. Зразок встановлювали на опори приладу так, щоб його горизонтальні під час виготовлення грані були у вертикальному положенні. Зразки розміщувалися між двома стандартними металевими пластинками площею $25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ так, щоб бічні грані, які під час виготовлення прилягали до стінок форми, розміщувалися на площинах пластинок.

Межу міцності стиску окремого зразка вираховували як частку від ділення величини руйнівного навантаження P (Н) на робочу площу зразка S (м^2), відповідно до формули (2.5.):

$$R = \frac{P(H)}{S} \quad (2.5).$$

Метод визначення динамічної міцності. Крихкість гранул визначали [268] приладом ПКГ-05, який складався з камери у вигляді паралелепіпеда розмірами $3 \times 3 \times 1,25 \cdot 10^{-1}$ м. Всередині камери розташована діагонально лопать довжиною $2,25 \cdot 10^{-1}$ м та шириною $5 \cdot 10^{-2}$ м, яка призначена для перемішування гранул. Передня стойка камери виконана із органічного скла, що дозволяє вести спостереження за процесом.

Для визначення ступеня крихкості наважку гранул 0,5 кг засипали в камеру. Кутова швидкість обертання барабана – 5 рад/с. Тривалість процесу – 1200 с. Після закінчення обертання гранули просіювали (отвір в ситі дорівнював 0,8 діаметра гранул). Крихкість K визначали за формулою (2.6.):

$$K = \frac{G_n - G_k}{G_n} 100\% \quad (2.6),$$

де G_n – наважка гранул до експерименту, г; G_k – наважка гранул після експерименту, г.

Визначення вмісту вологи в сировинних компонентах проводили за методом [269] у сушильній шафі, розігрітій до температури 105°C. Наважку зважували на аналітичних вагах та поміщали в сушильну шафу. Через однакові проміжки часу зразок виймали та поміщали в ексікатор на 1800 с. Після цього зразок виймали та зважували. Експеримент продовжували доти, доки різниця двох зважувань не становила менше $1 \cdot 10^{-7}$ кг. За умови досягнення такого співвідношення масу останнього зважування можна вважати за постійну, тому експеримент завершували та розраховували вміст вологи.

2.3. Методика визначення концентрації аероіонів

Концентрацію аероіонів визначали за допомогою портативного лічильника аероіонів МАС-01 (встановлений рівень рухомості – $0,4 \text{ см}^2 / \text{В} \cdot \text{с}$), відповідно до інструкції (прилад МАС-03) [269]. Сучасні лічильники аероіонів мають великі відносні похибки вимірювань (40-50%), що вимагає значної кількості вимірювань для отримання достовірних даних. Згідно з інструкцією із експлуатації МАС-01, одне вимірювання складається із визначення середнього значення для кожної полярності за 25 показами. Ступінь іонізованості повітряного середовища визначали за кількістю іонів кожної полярності в одному кубічному сантиметрі повітря. За результатами вимірювання розраховували показник уніполярності. Він визначається як відношення концентрації позитивних аероіонів до концентрації негативних [270]:

$$Y = n + / n- \quad (2.7.)$$

Через відсутність в Україні чинних санітарних норм у галузі нормування показників іонізації повітря ми використовували показники, зазначені в радянських нормативних документах, та ті, що нині діють у російському СанПіНі [271]. Відповідно, нормована величина цього показника [270, 271] розміщена в діапазоні $0,4 \leq Y \leq 1,0$.

2.4. Методика вивчення мікробіологічної та біологічної активності ґрунтів

Відбір проб ґрунту проводили методом «конверта» розміром 5x5 м у чотирьохкратній повторності. Об'єднану пробу складали шляхом змішування п'яти точкових проб, відібраних із одного майданчика на глибині 10-15 см на віддалі 5 м від доріг та лісових просік відповідно до чинних стандартів [272, 273]. Виділення мікроорганізмів із ґрунтових зразків, облік загальної чисельності (ЗМЧ) проводилися за методиками, описаними [274, 275]. Відтак проби змішували та готували суміш на стерильній воді. Суміш піддавали інтенсивному збовтуванню впродовж 8-10 хвилин, а потім залишали на певний час для відстоювання, що забезпечувало осідання крупних часточок. Провівши різні розведення, отриманої ґрунтової суспензії, здійснювали посів на м'ясо-пептонний агар (1,5% МПА). Серійні десятикратні розведення для висіву підбирали так, щоб на чашці розвивалося від 50 до 150 колоній. Із кожного зразка брали не менше 3-х повторних наважок і кожен висівали не менше, ніж на 3 чашки. Після застигання середовища чашки інкубували 48 год за 28-30 °С.

Із суми колоній, що вирости на двох чашках одного розведення, вираховували середнє арифметичне й визначали ЗМЧ (загальне мікробне число). Результати паралельних висівів із того самого розведення підсумовували і визначали середню кількість колоній. Підсумки аналізу виражали в колонієутворювальних одиницях (КУО) в 1 г абсолютно сухого ґрунту. Кількість клітин в 1 мл досліджуваного субстрату обчислювали за формулою 2.8.):

$$M = V \cdot A \cdot 10n \quad (2.8)$$

де, M – кількість клітин в 1 мл суспензії; A – середня кількість колоній при висіві розведення, з якого зроблений висів; V – об'єм суспензії, узятий для посіву, мл; $10n$ – коефіцієнт розведень.

Методика визначення титру БГКП (бактерії групи кишкової палички) передбачала відбір і засівання по 1 см³ різних розведень ґрунту у глюкозо-пептонне середовище. Титр ентерококів визначали шляхом посіву відповідних розведень на селективне молочне середовище калини з поліміксином при температурі 37⁰С, перфрінгенс-титр вираховували посівом розведень на середовище Вільсона-Блера. Для визначення титру термофільних бактерій розведення суспензії ґрунту заливали охолодженим МПА, інкубували 24 год при 60⁰С та підраховували кількість колоній на 1 г ґрунту [274, 276].

Для підтвердження морфологічних та інших властивостей культури мікроорганізмів використовували метод мікроскопії з подальшою ідентифікацією відповідно до визначника Берджі [277].

Для оцінки біологічної активності ґрунтів визначали уреазну (КФ 3.5.1.5) загальноприйнятим у біохімії ґрунтів методами [278]. Уреаза, або карбамід-аміногідролаза (КФ 3.5.1.5), – фермент, який каталізує гідролітичне розщеплення сечовини на аміак і вуглекислий газ. Фермент характеризується високою специфічністю до субстрату: незначна зміна структури істотно впливає на активність ензиму. У реакції визначають вміст аміаку з використанням реактиву Неслера, у результаті чого утворюється забарвлена сполука йодистого меркурамонію жовтого кольору. Через 15 хвилин визначають оптичну густину за допомогою зеленого світлофільтра. Активність уреазы виражають у мкг аміаку, який утворився, на 1 г наважки за 1 хвилину.

Нітроген загальний, амонійний, нітратний визначали згідно з ДСТУ ISO 14255:2005 [279].

2.5. Методика вивчення гідробіонтів

Гідробиологічний матеріал (біоценоз перифітонного обростання волокнистого носія типу «ВІЯ») відбирали у другій декаді жовтня 2016 р. Його доставляли до лабораторії у відкритій посудині. Інфузорій, коловерток та турбеларій біоценозу обростання вивчали в живому стані під мікроскопом «Біолам Р-14» при збільшенні у 150-600 разів. Інших організмів (личинок амфібіотичних комах та нематод) фіксували 70^м етанолом та визначали до виду. Встановлювали види за визначниками та науковими працями [280-282]. Чисельність організмів біоценозу обростання визначали з волокнистого носія площею 50 см², а потім перераховували на площу 100 см². Також встановлювали лінійні розміри виявлених організмів перифітонного обростання волокнистого носія.

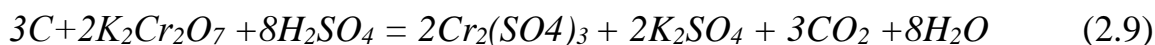
2.6. Методика визначення активності фотосинтетичних показників

Аналіз вмісту хлорофілу в суспензії та визначення швидкості реакції Хілла базувався на спектрометричному методі, згідно [283]. Реакційна суміш, що була використана для визначення активності реакції Хілла складалась із: 4 мл суспензії хлоропластів, еквівалентне 50-100 мкг хлорофілу 1 мл водного розчину фериціаніду калію (акцептор електронів), який містив 2 мкМ 0,4 М сахарози, 100 мМ NaCl, 2 мМ MgCl₂. Визначення оптичної густини проводили при 420 нм на СФ-26 упродовж 4-5 хв. через кожну хвилину освітлення проти стандартного розчину (4 мл суспензії хлоропластів + 1 мл Н₂О). Розраховували зміну оптичної густини під час експерименту для дослідної (світло) та контрольної проб.

2.7. Методика визначення санітарно-гігієнічних показників, хімічного складу та рН водного середовища

Визначення хімічного споживання кисню (ХСК). Цей показник визначали дихроматним методом за методикою [284]. Як окиснювач

органічних речовин використовували суміш $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ із використанням як каталізатора Ag_2SO_4 під час кип'ятіння, відповідно до формули (2.9):



Надлишок дихромату калію відтитровували розчином солі Мора ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) в присутності фенілантранілової кислоти як окисно-відновного індикатора оранжевого зеленого, відповідно до формули (2.10):



10 мл проби досліджуваної води відбирали в конічну колбу на 250 мл, розбавляли дистильованою водою до 20 мл. До проби обережно додавали 30 мл концентрованої H_2SO_4 , 0,4 г сульфату срібла, 10 мл 0,025 н розчину $K_2Cr_2O_7$. Розчин обережно перемішували і кип'ятили впродовж 2 год у колбі зі зворотним холодильником на електроплитці, не допускаючи бурного кипіння. Після завершення кип'ятіння колбу з реакційною сумішшю охолоджували, доводили об'єм вмісту до 100 мл і додавали 2-3 краплі розчину фенілантранілової кислоти та відтитровували надлишок дихромату розчином солі Мора.

Величину хімічного споживання кисню (ХСК, мг $O_2/дм^3$) розраховували за формулою (2.11):

$$ХСК = (V_m \cdot C_m \cdot 8 \cdot 1000) / V_{ал.} \quad (2.11),$$

де V_m – об'єм солі Мора мл, витрачений на титрування проби досліджуваної води; $V_{ал.}$ – об'єм аліквоти, мл; C_m – концентрація солі Мора, н; 8 – еквівалент кисню.

Визначення масової концентрації розчиненого кисню. Показник визначали методом йодометричного титрування за Вінклером [285].

Для визначення біохімічного споживання кисню (БСК₅) стічну воду відстоювали 2 години та розбавляли водою з розрахунку (ХСК / 4). Об'єм відібраної проби 10 мл наливали у мірну колбу ємністю 500 мл та доводили водою до мітки для розбавлення. У колбу на дно піпеткою вносили 2 мл розчину MnSO₄, добавляли 2 мл лужного розчину KI та ретельно перемішували до утворення пластівців осаду MnO₂. Осаду давали відстоятися, потім додавали 1 мл концентрованої H₂SO₄ і перемішували до повного його розчинення. Відтак відбирали дві проби по 50 мл і титрували розчином Na₂S₂O₃ C=0,01моль/л. Показник БСК визначали за методом [286] та вираховували за формулою (2.12):

$$X_i = n \cdot F \cdot 0,08 \cdot 1000 / (V - v), \text{ мг O}_2/\text{дм}^3, \quad (2.12),$$

де n – кількість розчину, що пішов на титрування досліджуваної проби відповідно до та після витримування упродовж 5 діб, мл; V – об'єм проби води, взятої на титрування, мл; F – поправочний коефіцієнт для приведення молярної концентрації розчину Na₂S₂O₃ точно до 0,01; v – об'єм добавлених реактивів.

БСК за 5 діб вираховували за формулою (2.13):

$$БСК_5 = (X_0 - X_5 - БСК_{розб.}) \cdot 1000 / V, \text{ мг O}_2/\text{дм}^3 \quad (2.13).$$

Визначення рН водного середовища. рН водного середовища визначався електрометричним методом, згідно ДСТУ 4077-2001. Якість води. Визначення рН [287] та інструкції до приладу Іономір лабораторний І-160 МІ.

В основі цього методу лежить вимірювання електрорушійної сили системи. Електрометрична система складається із таких компонентів: досліджуваній розчин та електроди (скляний і порівняння).

Попередньо прилад був прокалібрований на основі двох буферних розчинів. Критерієм вибору рН буферних розчинів було очікуване значення рН досліджуваної проби та встановлення діапазону калібрування мінімум двох одиниць рН. Перед застосуванням і аналізом кожної проби електроди промивались дистильованою водою.

Визначення вмісту хлоридів. Вимоги до методу визначення хлоридів встановлювались відповідно до ДСТУ ISO 9297: 2007 [288]. В основі методу покладений титриметричний принцип (метод Мора) із взаємодією досліджуваного розчину з нітратом срібла. Як індикатор використано хромат калію, який утворює з нітратом срібла бурій осад хромату срібла Ag_2CrO_4 , який появляється за умови надлишку іонів срібла.

В ході дослідження в робочу і контрольну проби, об'ємом 100 мл, було прилито по 1 мл хромату калію. Після чого робочий розчин титрували нітратом срібла до появи слабо рожевого відтінку, порівнюючи із кольором контрольної проби.

Концентрацію хлоридів розраховували за формулою (2.14):

$$X = \frac{A \cdot K \cdot n \cdot 1000}{V} \quad (2.14),$$

де A – об'єм витраченого розчину нітрату срібла, мл; K – поправочний коефіцієнт; n – титр AgNO_3 по Cl^- ; V – об'єм досліджуваної проби, мл.

Визначення вмісту сульфатів. Визначення проводили відповідно до вимог ГОСТ 4389-72 [289].

Принцип методу полягав у осадженні сульфатів розчином хлористого барію (BaCl_2), що зумовлює утворення осаду BaSO_4 . Об'єм досліджуваної проби визначається залежно від передбачуваної концентрації сульфатів.

Оптимальним для аналізу є вміст сульфатів 25-30 мг у 100 см³ досліджуваної проби.

Вміст сульфатів розраховували за формулою (2.15):

$$X = \frac{(a - v) \cdot 0,4115 \cdot 1000}{V} \quad (2.15),$$

де, а – маса тигля з осадом, мг; в – маса тигля, мг; 0,4115 – коефіцієнт для перерахунку BaSO₄ на SO₄²⁻; V – об'єм досліджуваної проби, см³.

Визначення вмісту нітратів. Визначення нітратів проводили відповідно до вимог ГОСТ 18826-73 [290].

В основі методу лежить фотоколориметричне вимірювання оптичної густини (за допомогою фотоколориметра КФК-2) досліджуваного розчину, отриманого внаслідок хімічної реакції між нітратами і фенолдисульфоною кислотою. В результаті утворюється жовтий осад нітропохідних фенолу.

Попередньо будується калібрувальний графік із використанням серії стандартних розчинів. Вимірювання оптичної густини здійснювалось із використанням синього світлофільтру ($\lambda = 480$ нм). Товщина робочого шару кювет складала 1-5 см.

Отримані експериментальні дані наносились на калібрувальний графік і за його результатами здійснювався розрахунок нітратів, відповідно до формули 2.16 в перерахунку на нітратний азот:

$$X = \frac{C \cdot V_1}{V} \quad (2.16),$$

де, С – вміст нітратів, відповідно до калібрувального графіку, мг/дм³; V₁ – об'єм забарвленої проби (100 або 50 см³); V – об'єм проби, взятої для аналізу, см³.

Визначення вмісту амонію. Визначення вмісту амонійних сполук базувалось на методі взаємодії аміаку та амонійних іонів із реактивом Неслера, що супроводжується утворенням жовто-коричневих сполук. Умови визначення відповідали вимогам РД 52. 04. 186 – 89 [290]. Робочі розчини фотометрували із застосуванням фотоколориметра КФК-2 із попередньою побудовою калібрувальних графіків на основі серії стандартизованих розчинів. Вимірювання здійснювали при $\lambda = 400-425$ нм.

Концентрацію іонів амонію визначали за формулою (2.17):

$$X = \frac{C \cdot 50}{V} \quad (2.17),$$

де C – масова концентрація, знайдена за калібрувальним графіком, мг/дм³ NH₄⁺; V – об'єм досліджуваної проби, см³; 50 – об'єм стандартного розчину, см³.

Визначення вмісту гідрокарбонатів. Визначення вмісту гідрокарбонатів базувалось на методі титрування досліджуваних проб соляною кислотою із використанням як індикатора метилоранжу. Умови проведення дослідів відповідали [291].

Вміст гідрокарбонатів (г/л) розраховували за рівнянням (2.18):

$$X = a \cdot 0,0061 \cdot 1000 / V \quad (2.18),$$

де a – об'єм 0,1 н розчину соляної кислоти, витраченої на титрування, мл; 0,0061 – кількість грамів гідрокарбонат-іонів, яка відповідає 1 мл 0,1 н розчину соляної кислоти; V – об'єм досліджуваної проби, мл.

Визначення вмісту кальцію і магнію. Визначення вмісту кальцію і магнію базувалось на титруванні досліджуваних проб стандартним розчином етилендіамінтетраоцтової кислоти (трилон Б), що супроводжувалось утворенням міцних комплексних сполук, згідно ДСТУ ISO 6059:2003 [292].

На першому етапі титрування в присутності буферного розчину і індикатору еріохром чорного визначали сумарний вміст іонів кальцію і магнію. На другому етапі з іншої порції досліджуваної води в присутності індикатору мурексиду відтитровували тільки солі кальцію, згідно ДСТУ ISO 6058-2003 [293].

Розрахунок кальцію і магнію проводили за формулами (2.19 та 2.20):

$$w = V_2 \cdot C_{\text{ЕДТА}} \cdot f_{\text{екв}}(\text{Ca}) \cdot 1000 / V_{\text{пр.}} \quad (2.19),$$

$$w = (V_1 - V_2) \cdot C_{\text{ЕДТА}} \cdot f_{\text{екв}}(\text{Mg}) \cdot 1000 / V_{\text{пр.}} \quad (2.20),$$

де V_1 – об'єм трилону Б, витраченого на титрування сумарної кількості іонів кальцію та магнію, мл; V_2 – об'єм трилону Б, витраченого на відтитровування тільки іонів кальцію, мл; $C_{\text{ЕДТА}}$ – нормальність розчину трилону Б; $f_{\text{екв}}(\text{Ca})$ – еквівалент кальцію (20,04); $f_{\text{екв}}(\text{Mg})$ – еквівалент магнію (12,16); $V_{\text{пр.}}$ – об'єм досліджуваної проби, мл.

2.8. Методика проведення досліджень очищення стічних вод харчових виробництв

Дослідження очищення стічних вод харчових виробництв проводили у лабораторії із використанням реактора з мішалкою (рис. 2.12).

Забруднені стоки, які досліджувались завантажувались у апарат із мішалкою, який був термостатованим. Мішалка апарату включалась і в розчин, що знаходився у апараті, із допомогою мірної бюретки вливалась визначена кількість гіпохлориту натрію. Розчин перемішували визначену кількість часу, після досягнення якого із реактора відбиралась проба для дослідження складу розчину.

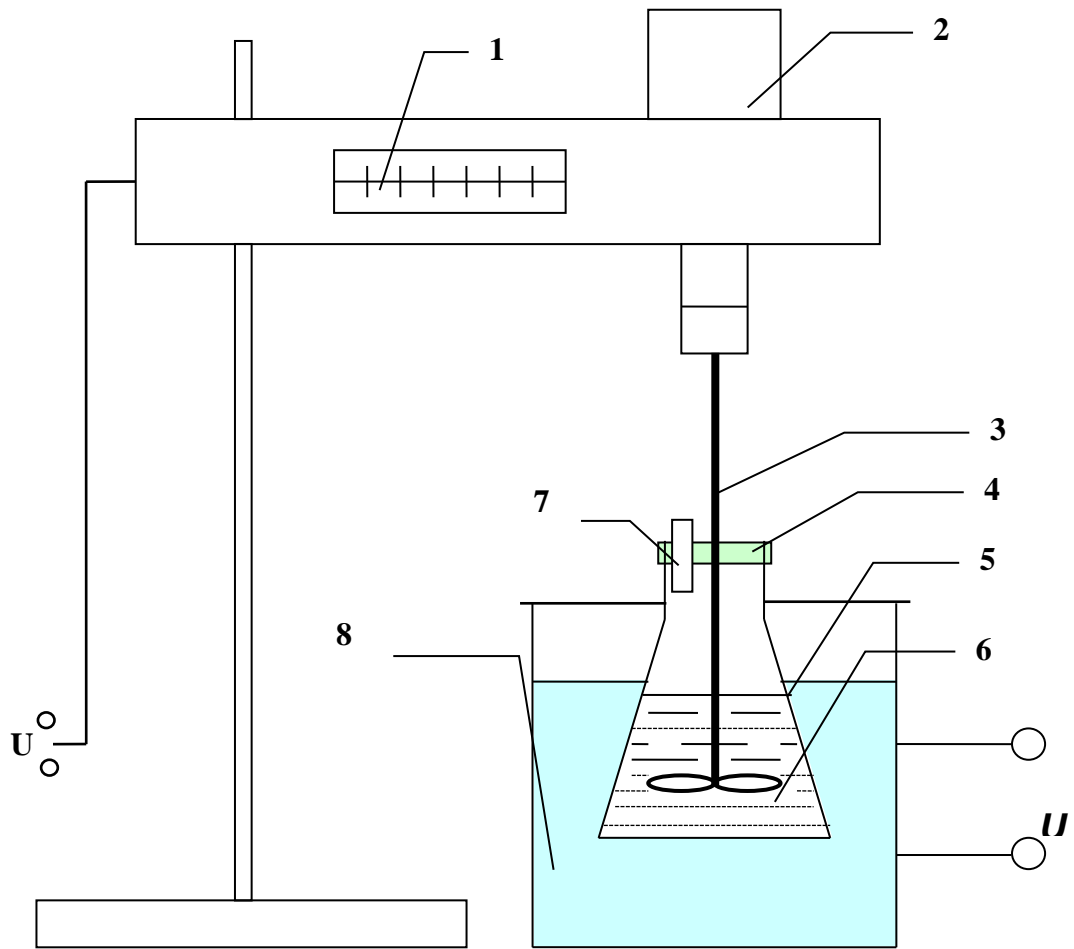


Рисунок 2.12 - Схема експериментальної установки з апаратом з мішалкою: 1 – регулятор обертів мішалки; 2 – електродвигун; 3 – вал мішалки; 4 – ущільнювач; 5 – колба; 6 – досліджуване середовище; 7 – пристрій для відбору проб; 8 – термостат

2.9. Обробка експериментальних даних під час аналізу масивів метеорологічної інформації про хімічний склад атмосферних опадів

Отримані результати аналізували із урахуванням методичних рекомендацій, описаних у наукових працях [294, 295].

Обробку даних проводили, враховуючи кількість опадів, що випали за досліджуваний часовий проміжок, згідно виразу (2.21):

$$\bar{C} = \frac{\sum c_i q_i}{\sum q_i} \quad (2.21),$$

де \bar{C} – середня за сезон (рік) концентрація компонента, мг/дм³; c_i – концентрація компонента у сумарній місячній пробі, мг/дм³; q_i – місячна (річна) сума опадів, мм.

2.10. Статистична оцінка даних вимірювань та обчислень

Проведення експериментальних досліджень завжди супроводжується наявністю похибок, які впливають на точність результатів. Першим типом помилок є систематичні, які діють однаково під час проведення одних і тих же досліджень. Причиною виникнення таких похибок може бути як несправність приладів, так і недосконалість методик. Для уникнення таких похибок у проведенні досліджень ми використовували стандартизовані методики як проведення самих досліджень, так і приготування витратних хімічних реагентів. А також здійснювали низку додаткових випробувань.

Другим типом похибок є випадкові, тобто такі, які є непередбачуваними і можуть виникати внаслідок впливу цілого ряду факторів.

Уникнення впливу похибок на результат дослідження здійснювалось за рахунок чотирьохкратної повторності кожного вимірювання для отримання середнього арифметичного значення результатів вимірювання, яке обчислювали згідно з виразом 2.22 [296]

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i}{n} \quad (2.22),$$

де \bar{X} – середнє значення досліджуваного параметру; x_i – значення одного вимірювання; n – число вимірювань.

Середнє квадратичне відхилення застосовується у випадку проведення серії вимірювань (2.23) [297]:

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum (\Delta x)^2}{n(n-1)}} \quad (2.23),$$

де Δx – часткові відхилення окремих вимірювань, що визначаються із використанням виразу (2.24):

$$\Delta x = x_i - \bar{X} \quad (2.24).$$

За незначної кількості експериментальних повторів випадкову похибку визначають, базуючись на законі розподілу випадкових похибок Стюдента, згідно формули (2.25) [297]:

$$\Delta_s x = t_{Pm} \cdot \sigma_s \quad (2.25),$$

де, t_{Pm} – коефіцієнт Стюдента.

Коефіцієнт Стюдента визначають на основі довідникових даних, згідно вибраної надійної ймовірності P та кількості експериментальних повторів.

2.11. Висновки та узагальнення до розділу 2

1. Запропоновано концептуальну схему екологічної безпеки гірського регіону, на основі якої сформовано завдання роботи та розроблено логічно-послідовну схему теоретичних та експериментальних досліджень.

2. Розроблена й адаптована до умов досліджень методика отримання паливних гранул методом екструзії та паливних брикетів методом пресування

під тиском із деревних відходів із додавання лігнінзв'язуючих речовин – відходів целюлозно-паперового виробництва.

3. Розроблена та апробована методика проведення очищення стічних вод харчових виробництв невеликого обсягу реагентним методом із застосуванням гіпохлориту натрію, що в значних обсягах нагромаджується у вигляді відходів при виробництві металічного натрію.

4. Адаптовані до умов досліджень методики визначення концентрації аероіонів у повітрі, вивчення мікробіологічної та біологічної активності ґрунтів та дослідження гідробіонтів, методика визначення активності фотосинтетичних показників. Також у другому розділі приведені адаптовані до умов досліджень методики визначення санітарно-гігієнічних показників, хімічного складу та рН водного середовища.

Основні результати дисертаційної роботи методичного характеру, що відображенні в розділі 2, висвітлені в наступних публікаціях [298-303].

РОЗДІЛ 3.

МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ КОМПОНЕНТІВ ЕКОСИСТЕМ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ

3.1. Характеристика району досліджень

Для досліджень ми обрали Покутсько-Буковинські Карпати – специфічний за ландшафтними, кліматичними, соціально-економічними умовами, недостатньо вивчений в аспекті екологічної безпеки регіон Східних Карпат (рис. 3.1). Це зовнішня смуга Українських (Східних) Карпат у межах Івано-Франківської та Чернівецької областей, що простягається з Північного Заходу на Південний Схід до кордону з Румунією майже на 75 км [198].



Рисунок 3.1 - Район Покутсько-Буковинських Карпат на карті України

Незважаючи на подібність карпатської гірської країни, для Покутсько-Буковинських Карпат притаманні специфічні особливості, що визначають рівень екологічної безпеки цього регіону [403]. Так, у рельєфі переважають

низькогірні (до 800 м) та середньогірні (висота до 1483 м) ландшафти, схили вкриті переважно буковими та буково-ялицево-ялиновими лісами, вище 1150 м над рівнем моря займають гірські луки, багато полонин, сіножатей, пасовищ, сільськогосподарських угідь, достатньо високий ступінь розораності земель (15-18%), район густо заселений, клімат прохолодний, вологий (до 1000 мм опадів на рік). Перелічені особливості створили основу для інтенсивної господарської діяльності, що в комплексі з природними умовами сприяють зменшенню площі лісового покриву, руйнації ґрунтового покриву, поверхневому змиву, утворенню селевих явищ та забрудненню водотоків тощо в басейнах річок Черемош, Сірет (рис. 3.2).

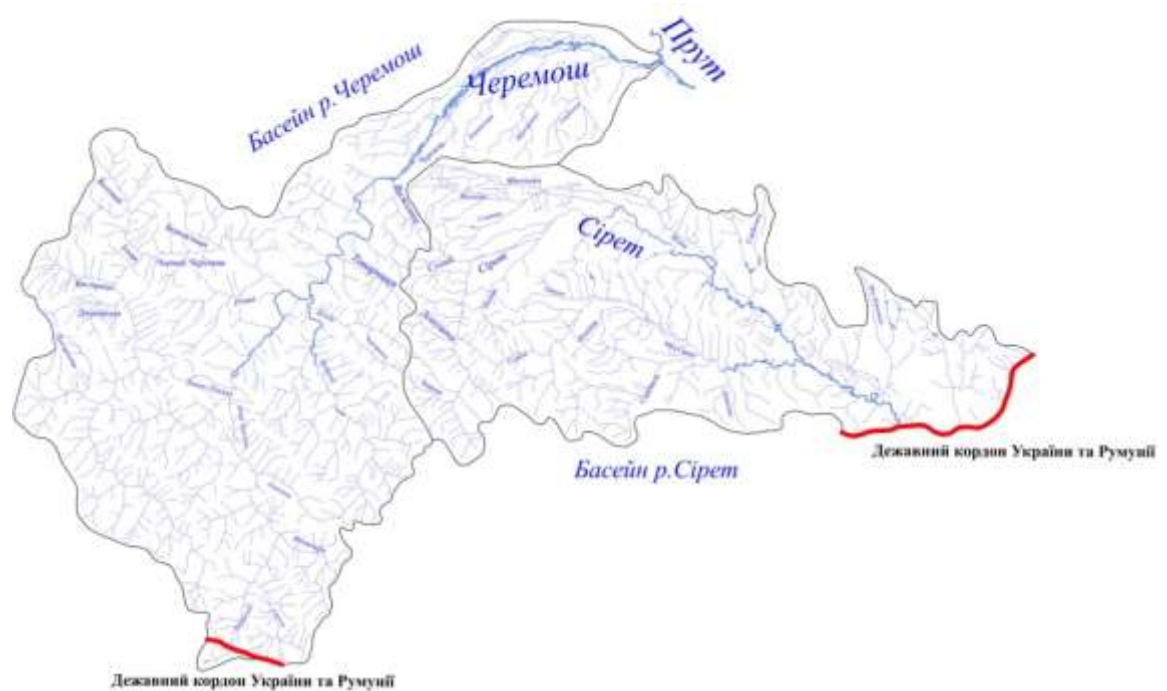


Рисунок 3.2 - Басейн Черемошу та Сірету

Як еталон для порівняння впливу антропогенної діяльності на стан компонентів гірських екосистем ми обрали заповідні території, розташовані в районі Покутсько-Буковинських Карпат, зокрема Національний природний парк «Вижницький» (надалі НПП). НПП був створений у 1995 році і за більш ніж два десятиріччя на його території сформувалася специфічні екосистеми, пов'язані із дотриманням природоохоронного режиму.

Сама територія НПП, відповідно до статусу, поділена на функціональні зони, різні за призначенням та рівнем антропогенного навантаження. Зонування території НПП представлено на рис. 3.3 [254].

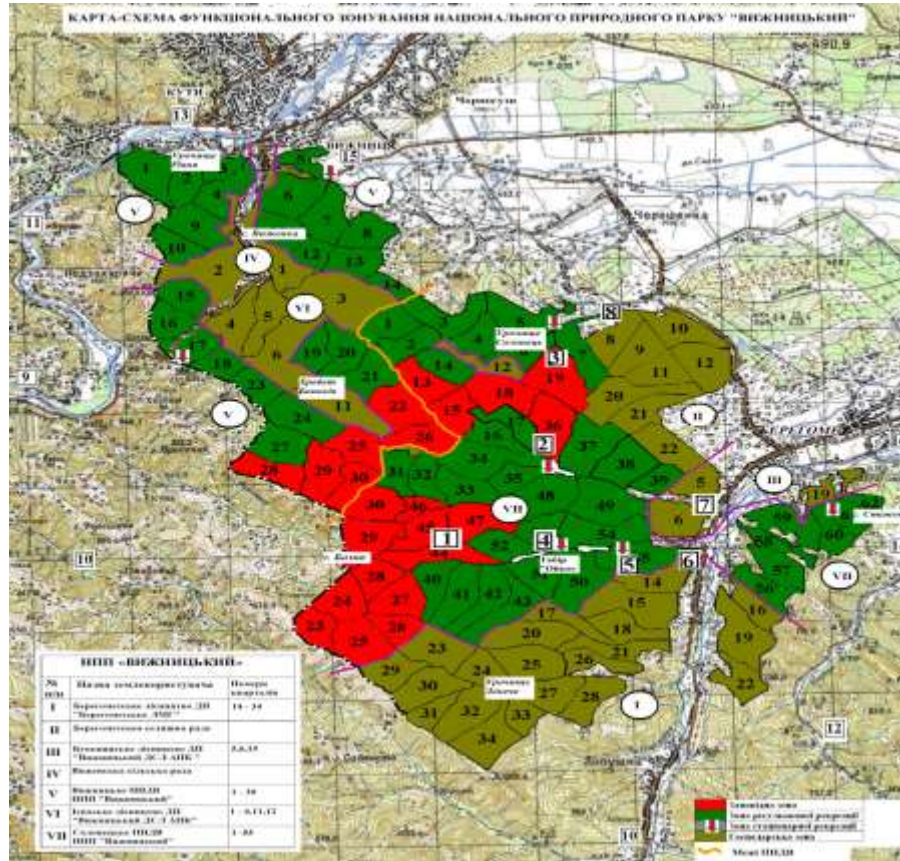


Рисунок 3.3 - Карта-схема функціонального зонування національного природного парку «Вижницький» та пунктів забору проб: 1 – верхня частина русла р. Стебник; 2 – верхня частина русла Сухий струмок; 3 – верхня частина русла р. Славець; 4 – рекреаційна зона «ОЙКОС»; 5 – рекреаційна зона «Мисливський будинок»; 6 – нижня частина русла р. Стебник; 7 – нижня частина русла Сухий струмок; 8 – середня частина русла р. Солонець; 9 – Верхня Товарниця, 11 – Нижня Товарниця, 13 – турбаза «Черемшина», 15 – Черногузи (русло річки Черемош за межами НПП); 10 – Лопушна, 12 – верхня частина течії р. Мигова, 14 – нижня частина течії р. Мигова, 16 – пансіонат «Юність» смт. Берегомета (русло ріки Сірет – за межами НПП).

Червоним кольором позначена «заповідна зона» із пунктами відбору проб №№ 1, 2, 3. Темно-зеленим – «зона регульованої рекреації» із невеличкими вкрапленнями території «зони стаціонарної рекреації» (пункти відбору проб

№№ 4, 5). Оливковим кольором позначена господарська зона – пункти відбору проб №№ 6,7,8.

Дослідження поза територією НПП проводили в межах 20-кілометрової зони ландшафтів традиційного господарювання (пункти відбору проб №№ 9-15).

3.2. Екологічний стан поверхневих вод

3.2.1. Санітарно-гігієнічний та мікробіологічний стан поверхневих вод. Отримані результати свідчать, що вниз за течією досліджених нами водотоків на територіях НПП (на переході від заповідної до господарської зони), у воді збільшується вміст нітратів, підвищується показник БСК та зменшується вміст розчиненого кисню. Встановлено, що одночасно має місце підвищення забруднення річкової мережі органічними рештками, зокрема ними можуть бути фекальні сполуки господарської зони, де немає діючих очисних споруд. Дослідження санітарно-гігієнічних показників частини річкової мережі, що є прилеглою до НПП «Вижницький» і не входить до його складу, засвідчили істотне збільшення у воді вмісту завислих речовин (переважно це тирса – відходи лісопереробки) у порівнянні із еталонною «заповідною» зоною НПП (табл. 3.1). Зростання вмісту завислих речовин супроводжується зменшенням у воді концентрації вільного кисню та зростанням величини показників БСК, ХСК, загального окиснення [363].

Водночас у воді збільшується вміст хлоридів та нітритів (солей соляної та азотистої кислот), що призводить до закиснення річкової мережі (рН=5,8, нижче норм СанПиН 4360-88 [304]: рН 6,5-8,5). Виявилося також, що річкова мережа територій із традиційним веденням господарства за санітарно-гігієнічними показниками поступається якості проб води, відібраної із водотоків «господарської зони» НПП (табл. 3.1).

Окрім цього, ми провели дослідження мікробіологічного стану води усіх цих об'єктів дослідження. Серед показників – колі-індекс, колі-титр та мікробне число. У більшості випадків спостерігається прямий кореляційний

зв'язок ($r=0,95$) між показниками біологічного БСК, ХСК та величиною мікробіологічних показників [369].

Таблиця 3.1 – Порівняльний аналіз санітарно-гігієнічних показників поверхневих водойм НПП «Вижницький» та прилеглих до нього територій традиційного господарювання

№ п/п	Санітарно-гігієнічні показники стану водойм	Територія НПП, (Х сер.)*			Прилегли території (Х сер.)*	СанПиН 4630-88	Водна Директива ЄЕС (75/440/ЄЕС)
		заповідна зона	зона стаціонар. рекреації	господ. зона			
	2	3	4	5	6	7	8
1	завислі речовини (мг/дм ³)	1,22	2,03	3,63	3,73	< 0,75	25
2	розчинений кисень (мг О ₂ /дм ³)	12,0	7,1	4,00	3,53	> 4,0	> 50 %
3	БСК ₅ (мг О ₂ /дм ³)	3,29	6,74	7,57	8,24	< 6,0	< 5
4	ХСК (мг О ₂ /дм ³)	5,39	11,87	25,30	26,98	< 30,0	< 30,0
5	pH	6,4	6,3	5,9	5,8	6,5- 8,5	5,5- 9
6	хлориди (мг/дм ³)	34,7	60,5	83,0	106	< 350	< 200
7	нітрити (мг/мл)	0,05	0,11	0,13	0,26	< 3,3	< 1

- НПП – національний природний парк
- * за 2015-2017 рр.
- різниця достовірна при $p < 0,05$

Проведені дослідження показали, що величини санітарно-мікробіологічних показників зростають униз за течією у всіх зазначених водотоках.

Особливо це стосувалося зростання кількості лактозопозитивних кишкових паличок (*E. coli*) у розрахунку на 1 літр води (колі-індекс). Варто зазначити, що кишкова паличка є санітарно-показовим (індикаторним) і вказує на фекальне забруднення водних об'єктів довкілля.

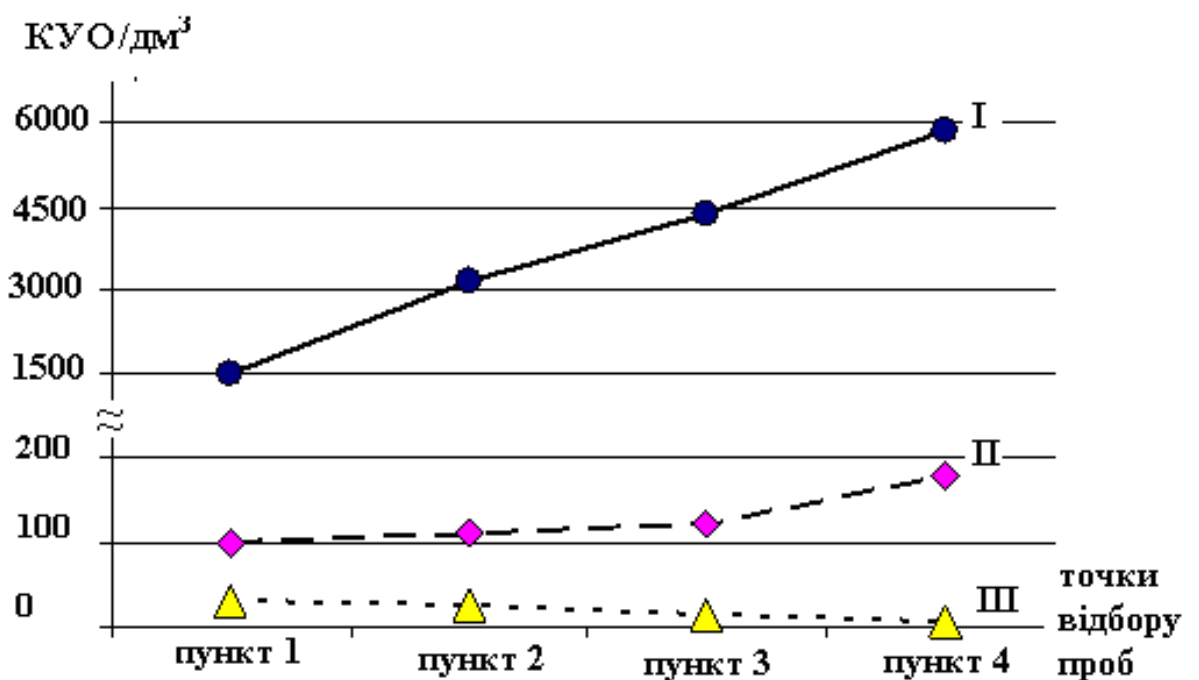


Рисунок 3.4 - Мікробіологічні показники поверхневих вод різних функціональних зон НПП «Вижницький»: I – загальне мікробне число; II – коли-індекс; III - коли титр; пункт 1 – заповідна зона; пункт 2 – зона регульованої рекреації; пункт 3 – зона стаціонарної рекреації; пункт 4 – господарська зона.

Порівнюючи показники коли-індексу у пробах річкової води заповідної зони та відібраних проб води в господарській зоні, ми встановили збільшення коли-індексу в середньому в 2 рази (рис. 3.4).

Загальне мікробне число (КУО / дм^3) перевищувало в 2-4 рази нормативні показники, прийняті в країнах ЄЕС (Surface Water Directive: 75/440 ЕЕС) [305] та складало 1500–1700 (для заповідної зони), 2300–3500 (для зони стаціонарної рекреації) та більше 5000 (для господарської зони). Порівняльний аналіз мікробіологічних показників поверхневих водойм господарської зони НПП та територій традиційного господарювання, що прилягають до заповідного об'єкта, наведений у таблиці 3.2, свідчить про те, що між зазначеними територіями існує достовірна різниця за якістю води в річковій мережі [337] .

Таблиця 3.2 – Порівняльний аналіз санітарно-мікробіологічних показників поверхневих водойм господарської зони НПП «Вижницький» та прилеглих до НПП територій традиційного господарювання

№ п/п	санітарно-мікробіологічні показники стану водойм	територія НПП, господарська зона (X сер.)	прилеглі території (X сер.)*	(±), в %	СанПиН 4630-88	Водна Директива ЄЕС (75/440/ЕЕС)
1	Колі-титр	6,2±0,7	5,0±0,6	-19,4		
2	Загальне мікробне число	5350±270	6500±310	+21,5	<5000	<5000

*середні дані по 9 пунктах відбору проб на територіях прилеглих до НПП із традиційним веденням господарства

▪ різниця достовірна за умови $p < 0,05$

На рисунках 3.5 та 3.6 представлена динаміка основних мікробіологічних та санітарно-гігієнічних показників водного середовища різних за функціональним навантаженням та природоохоронним статусом територій Покутсько-Буковинських Карпат за останніх 10 років.

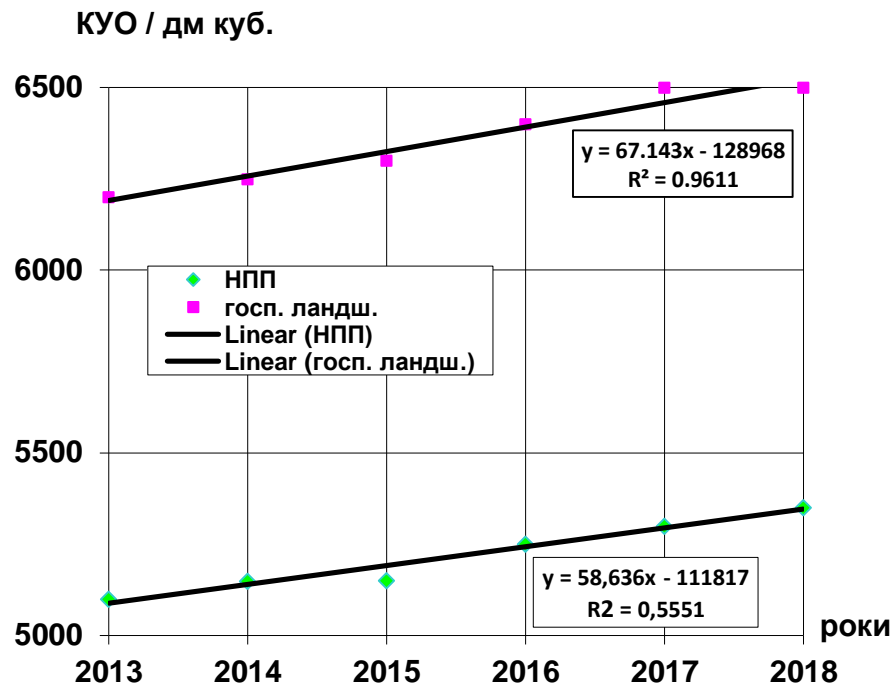


Рисунок 3.5 – Динаміка загального мікробного числа поверхневих вод річкової мережі Покутсько-Буковинських Карпат

На підставі даних моніторингових спостережень можна стверджувати про існування прогресуючої тенденції забруднення річкової мережі територій традиційних господарських ландшафтів, що є поза межами заповідних об'єктів і де має місце активна антропогенна діяльність. В межах заповідних територій, незважаючи на деякі існуючі річні коливання, зберігається відносна стабільність вивчених показників гідросфери.

Окрім вивчення мікробіоценозу, ми досліджували також показники гідрофауни. Водотоки річкового басейну Сірету та Прута Покутсько-Буковинських Карпат відіграють неоціниму роль у збереженні автохтонної гідрофауни [301]. В результаті проведених нами досліджень у лівих притоках р. Сірет виявлено 12 таксонів перифітону, які належать до восьми систематичних груп: одноклітинні, веснянки, волохокрильці, двокрилі, турбеларії, нематоди, коловертки та інфузорії (табл. 3.3).

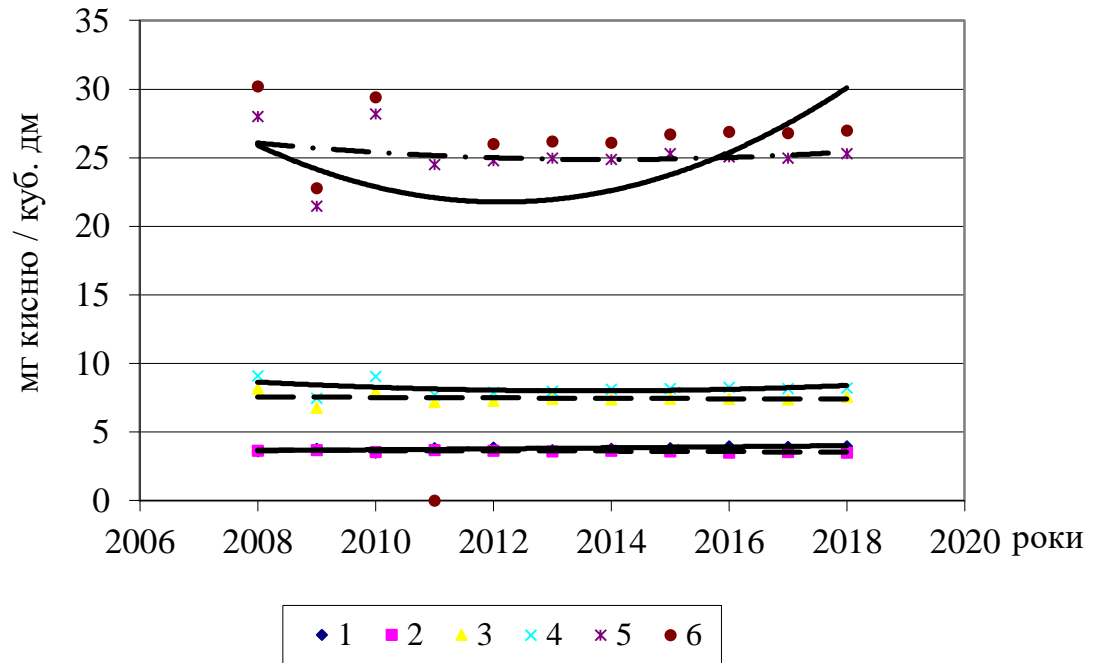


Рисунок 3.6 – Динаміка основних санітарно-гігієнічних показників поверхневих вод річкової мережі Покутсько-Буковинських Карпат.

Примітка: 1 – розчинений кисень, мг O_2 / $дм^3$, НПП; 2 - розчинений кисень, мг O / $дм^3$, господарські ландшафти традиційного користування; 3 – БСК, мг O_2 / $дм^3$, НПП; 4 - БСК, мг O_2 / $дм^3$, господарські ландшафти традиційного користування; 5 – ХСК, мг O_2 / $дм^3$, НПП; 6 - мг O_2 / $дм^3$, господарські ландшафти традиційного користування.

Таблиця 3.3 – Видовий склад перифітонного обростання волокнистого носія лівих приток р. Сірет Національного природного парку «Вижницький»

Таксон	Таксон	Чисельність, екз./100 $см^2$	Лінійний розмір
1	2	3	4
Потік Солонець $t_{води} = 7,0^{\circ}C$			
МАКРОПЕРИФІТОН			
Клас <i>Insecta</i>			
Ряд <i>Ephemeroptera</i>			
Родина <i>Ephemerellidae</i>	<i>Ephemerella (Serratella) ignita</i> (Poda, 1761)	4	2,65 мм
Родина <i>Heptageniidae</i>	<i>Ecdyonurus venosus</i> (Fabricius, 1775)	2	5,83 мм

продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
Родина <i>Leptophlebiidae</i>	<i>Habroleptoides caucasicus</i> (Tshernova, 1930)	2	< 100 мм
Ряд Plecoptera			
Родина <i>Leuctridae</i>	<i>Leuctra digitata</i> (Kempny, 1899)	24	3,24-5,08 мм
Ряд Trichoptera			
Родина <i>Hydropsychidae</i>	<i>Hydropsyche angustipennis</i> (Curtis, 1834)	8	3,0-6,3 мм
Ряд Diptera П/ряд Nematocera			
Родина <i>Chironomidae</i> П/родина <i>Chironominae</i>	<i>Micropsectra junci</i> (Meigen, 1818)	4	9,5 мм
Клас Turbellaria Ряд Tricladida			
Родина <i>Dugesidae</i>	<i>Dugesia gonocephala</i> (Duges, 1830)	10	4,5 мм
Потік Стебник t_{води} = 6,5^хС			
МІКРОПЕРИФІТОН			
Тип CILIOPHORA Клас Spirotrichea Ряд Euplotida			
Родина <i>Euplotidae</i>	<i>Euplotes sp.</i>	170	90 мкм
Ряд Hypotricha			
	<i>Hypotricha gen. sp.</i>	340	80 мкм
Клас Nematoda			
	<i>Nematoda sp.</i>	170	0,39 мм
Тип ROTIFERA Клас Archiorotatoria Ряд Bdelloida			
Родина <i>Philodinidae</i>	<i>Dissotrocha aculeate</i> (Ehrenberg, 1832)	170	100 мкм
Клас Eurotatoria Ряд Saeptiramida			
Родина <i>Notommatidae</i>	<i>Cephalodella megalcephala</i> (Glasscott, 1893)	170	235 мкм

У макроперифітоні волокнистого носія потоку Солонець виявлено 7 видів організмів обростання: 3 види личинок одноденок, інші гідробіонти (личинки веснянок, волохокрильців, хірономід та турбелярії) були представлені по одному таксону відповідно. У дослідженому біоценозі перифітону переважали за чисельністю лише личинки амфібіотичних комах, переважно за рахунок личинок веснянок *Leuctra digitata*. За існуючою класифікацією цей вид личинок веснянок належить до класу бріюфілів, у яких життя гідробіонтів пов'язане із присутністю моху. Таким чином можна припустити, що волокнистий носій «ВІЯ» (який за структурою штучних волокон подібний до структури моху) також є джерелом їжі, оскільки затримує частки грубого детриту та водночас слугує сховком від хижаків. У мікроперифітоні волокнистого носія потоку Стебник виявлено 5 таксонів обростання, які належать до трьох систематичних груп. Коловертки та інфузорії були представлені двома таксонами відповідно, а нематоди – одним видом [369].

За чисельністю в дослідженому мікроперифітоні домінували інфузорії (510 екз./100 см²), коловертки склали 33% від загальної чисельності біоценозу обростання. Варто зазначити, що два підвиди коловерток, виявлених нами у мікроперифітоні волокнистого носія потоку Стебник, раніше вказувалися для водойм Карпат [282], а саме *D. aculeate* для р. Тисмениця та *S. Megalosephala megalosephala* – для р. Луква.

Загалом у перифітоні волокнистого носія «ВІЯ» потоків Стебник, Солонець р. Сірет знайдено 12 видів та підвидів гідробіонтів, більшість із яких належить амфібіотичним комахам (одноденки, веснянки, волохокрильці, двокрилі) – 6 таксонів, коловертки й інфузорії представлені 2 таксонами відповідно. Інші систематичні групи (турбелярії, нематоди) були представлені по одному виду відповідно.

Карпатські притоки річкового басейну Буковинських Карпат відіграють неоцінну роль у збереженні автохтонної гідрофауни. Досліджуваний нами

перифітон штучного волокнистого носія «ВІЯ» показав, що у поверхневих водах заповідної зони НПП знайдено 12 видів та підвидів гідробіонтів, більшість із яких належать до амфібіотичних комах (одноденки, веснянки, волохокрильці, двокрилі) – 6 таксонів, коловертки й інфузорії представлені 2 таксонами відповідно (табл. 3.3). Інші систематичні групи (турбелярії, нематоди) були представлені по одному виду відповідно. У міру переходу від територій НПП до ландшафтів традиційного господарювання зменшувалося біорізноманіття гідробіонтів. Це може бути обумовлено як особливостями біології представників цих рядів, так і екологічним станом середовища їхнього існування [301].

Таким чином, дотримання режиму екологічно збалансованого ведення господарства впродовж більш ніж два десятиріччя (із 1995 року – створення НПП) на території НПП дало позитивні результати. Разом із тим у районах господарської діяльності санітарно-гігієнічний та мікробіологічний стан поверхневих вод не є задовільним, що обумовлює необхідність застосування інженерних заходів для уникнення екологічної небезпеки від забруднення гідросфери. Ми запропонували використовувати для покращення санітарно-гігієнічного та мікробіологічного стану поверхневих вод біореактори із волокнистим носієм «ВІЯ». Детальне застосування цього інженерного заходу описано у 4 розділі дисертації.

3.2.2. Вплив стоків переробної промисловості на поверхневі води. Як досліджувані стоки використовувались стоки Вашківецького спиртозаводу, що знаходиться в районі Пекредкарпаття в безпосередній близькості до району досліджень. Відібрані проби стічних вод були проаналізовані на вміст забруднювальних речовин та ХСК і БСК. Результати представлені в табл. 3.4.

В процесі очищення стічних вод необхідно вносити корективи до цілого ряду фізико-хімічні показників, що знаходяться в прямій залежності від температури, режиму розливу та мийки технологічного обладнання тощо.

Лужна реакція ($\text{pH} \approx 11$) стічних вод спостерігається у випадку застосування неповної схеми мийки технологічного обладнання. Це супроводжується підвищенням над нормативні рівні масової частки завислих речовин через потрапляння в стічні води залишків готової продукції. Нейтралізація підвищеної лужності відбувається внаслідок впливу розчину азотної кислоти в процесі проведення повного циклу мийки, але призводить до зростання у стічних водах вмісту нітратів [413].

Таблиця 3.4 – Протокол випробувань стічної води Вашківецького спиртозаводу

Показник	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
Колір		коричневий
Запах	Бал	4
Прозорість	См	5,0
Активна реакція рН		10,3
Твердість	мг-екв/дм ³	4,8
Лужність	мг-екв/дм ³	27,0
Гідрокарбонати	мг/дм ³	1648
Сульфати	мг/дм ³	147,6
Кальцій	мг/дм ³	49,3
Натрій + Калій	мг/дм ³	1074,8
Магній	мг/дм ³	25,55
Хлориди	мг/дм ³	418,7
Мінералізація	мг/дм ³	3476,2
Сухий залишок	мг/дм ³	3247,6
Завислі речовини	мг/дм ³	143,2
Азот амонійний	мг/дм ³	23,2
Нітрити	мг/дм ³	0,11
Нітрати	мг/дм ³	0,63

продовження таблиці 3.4

1	2	3
Фосфати	мг/дм ³	2,93
БСК ₅	мг/дм ³	354,7
ХСК	мг/дм ³	1023,8

Примітка: в таблиці представлені середньоарифметичні показники за 2015-2018 роки. Дані достовірні при $p < 0,05$.

Підвищені концентрації нітратів, сульфатів, завислих речовин та показників ХСК і БСК дозволяють стверджувати про наявність у стічних водах білків, жирів та вуглеводів та проходження процесу біологічного розкладу органічних забруднювачів. Високий вміст хлоридів доводить, що в стічних водах є продукти регенерації іонітів на стадії водопідготовки.

Приведені дані свідчать про значне перевищення концентрації забруднень у стоках Вашківецького спиртозаводу, що вимагає реалізації інженерних заходів із ціллю мінімізації екологічної небезпеки від цих забруднень. Детальний опис пропонованих інженерних заходів приведений у 4 розділі дисертаційної роботи.

3.2.3. Вплив атмосферних опадів на поверхневі та підземні води.

Санітарно-гігієнічний стан поверхневих вод і ґрунтів значною мірою визначають атмосферні опади, а власне стан забруднення атмосферного повітря. Низка досліджень [306, 307] встановила тісну кореляцію між процесом вирубки лісів і рН атмосферних опадів.

Атмосферні опади значною мірою забезпечують живі організми, ґрунт вологою, формують водний баланс поверхневих та підземних вод. Інтенсифікація антропогенної діяльності за останні десятиріччя призвела до вагомого забруднення атмосфери газами й аерозолями. У результаті вимивання із атмосфери забруднювальних речовин опади перетворюються в об'єкт екологічної та техногенної небезпеки. В зв'язку із цим для контролю за

безпечністю існування екосистем необхідним є визначення і аналіз рівнів екологічного ризику, що виникає внаслідок впливу атмосферних опадів [300].

Умови формування хімічного складу атмосферних опадів суттєво відрізняються від умов, за яких формується хімічний склад поверхневих та підземних вод. Це зумовлює виникнення ряду специфічних особливостей розгляду атмосферних опадів як об'єкту оцінки екологічних небезпек. Атмосферні опади є основним фактором, який характеризує самоочисну здатність атмосфери. Водночас дощова вода – це важливий компонент колообігу хімічних сполук у біосфері. Внаслідок цього хімічний склад атмосферних опадів та режим їх випадання суттєво впливає на хімічний склад природних поверхневих та підземних вод, а в деяких випадках є вирішальним фактором, що визначає гідрохімічний склад природних вод [334].

Місце атмосферних опадів у гідросфері планети можна відобразити у вигляді схеми (рис. 3.7):

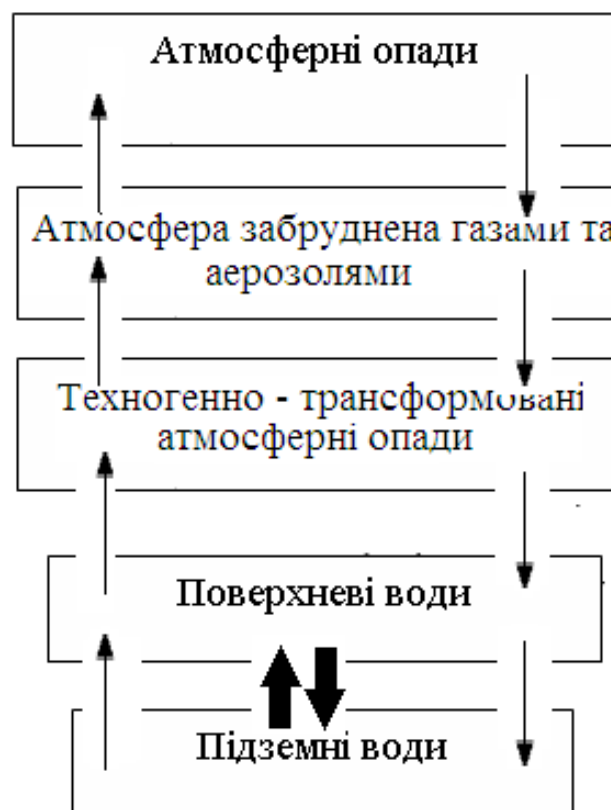


Рисунок 3.7 – Взаємозв'язок компонентів природних гідрохімічних систем

Хімічний склад дощової води є результатом складних фізико-хімічних процесів, що відбуваються в атмосфері. Це зумовлює можливість використання їх як показника, що визначає рівень забруднення атмосфери. Однак, атмосферні опади в тій чи іншій мірі контактують з усіма елементами урбоєкосистеми і цим самим доволі суттєво впливають на них. Серед компонентів, які викидаються в атмосферне повітря найбільшу загрозу, з точки зору екологічної безпеки, становлять кислототвірні сполуки, які в процесі взаємодії із атмосферною водою перетворюються на кислоти та зумовлюють пониження значення рН дощової води. Викиди від пересувних джерел є основним фактором формування кислототвірних сполук на територіях з низьким рівнем промислового виробництва [300].

Дані, представлені на рис. 3.8, свідчать, що на передгірну та гірську частину Чернівецької області (Вижницький і Путильський райони), яка входить до Покутсько-Буковинських Карпат, припадає відносно невелика частина від загального забруднення (2,3-5,3%). Проте тенденція росту забруднення атмосфери гірського регіону, а також масове засихання похідних ялинників свідчать скоріш за все про перенесення забрудненого повітря та дощових хмар у Карпати із промислово забруднених віддалених регіонів та значний відсоток стоку газів за рахунок розвинутої асиміляційної поверхні.

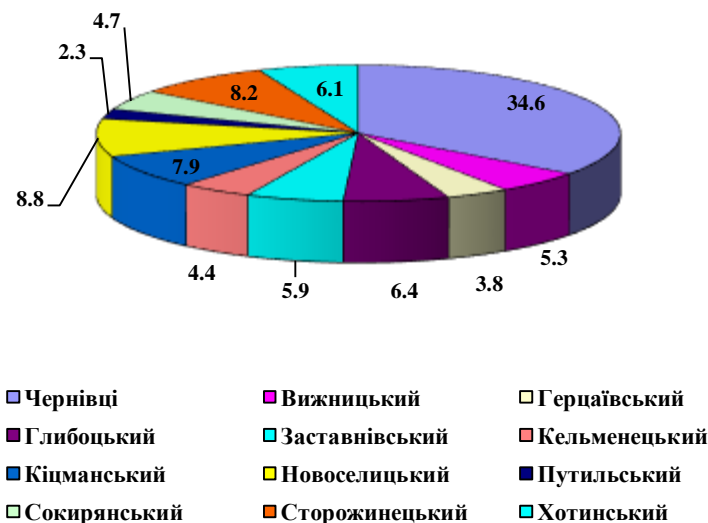


Рисунок 3.8 – Внесок (%) у загальне забруднення Чернівецької області окремих районів та міст.

Проведені нами впродрож останніх п'яти років дослідження показали, що для оцінки атмосферних опадів із точки зору виникнення екологічної небезпеки важливе значення має не стільки концентрація забруднювачів у атмосферному повітрі, скільки їхнє співвідношення (особливо це стосується кислототвірних іонів [334]).

Аналіз даних рис. 3.9 свідчить про те, що за досліджуваний період відбулися зміни у співвідношенні основних іонів. Так, в 2010 році відсотковий вміст сульфатів був найбільшим. Другою за величиною відсоткового вмісту була кількість карбонатів. Однак вже в 2016 році карбонат-іони витіснили із першого місця іони сульфуру.

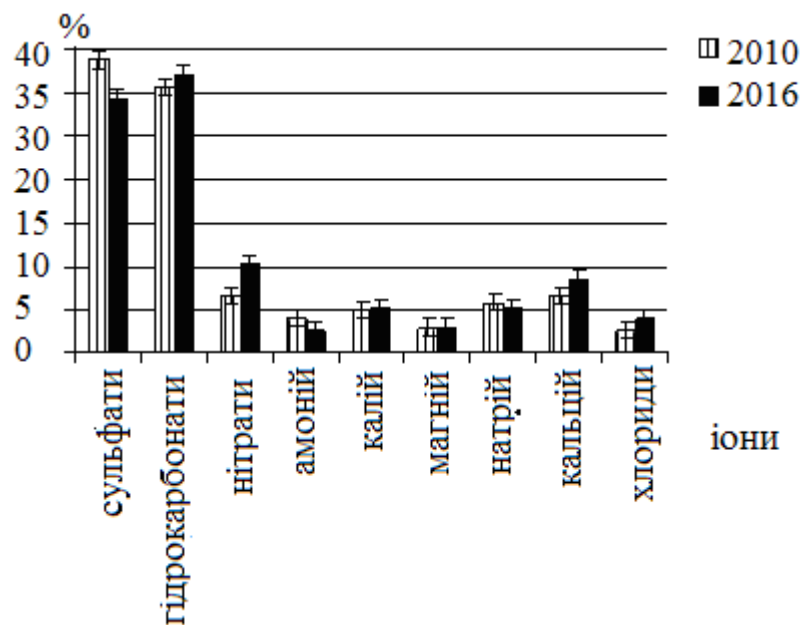


Рисунок 3.9 – Співвідношення (%) основних іонів у воді атмосферних опадів в районі Покутсько-Буковинських Карпат.

У воді дощових опадів зростала концентрація нітрат-іонів та іонів хлору. Дослідження показали, що атмосферні опади регіону є сульфатно-гідрокарбонатно-кальцієвого типу. Наслідком таких змін співвідношень хімічного складу води є пониження рН атмосферних опадів від 6,3 у 2008 р. до 6,1 у 2013 р.

Середньорічні значення рН опадів із року в рік змінюються, інколи навіть стрибкоподібно, у зв'язку із послабленням чи посиленням активізації процесів, що зумовлюють забруднення повітря (рис. 3.10).

Розрахована регресійна залежність зміни рН в часі $pH=103,1467-0,0482x$ (при коефіцієнті кореляції 0,88), дає можливість прогнозувати зміну кислотності опадів в майбутньому. Простежено поступове закислення атмосферних опадів Чернівців. Графік зміни рН опадів у часі має вигляд синусоїди. У багаторічній динаміці виділяють 6 періодів: 3 зниження і 3 підйому значення рН. Причому під час переходу до періоду зниження значення рН змінюється стрибкоподібно. Лінія тренду на графіку показує, що при існуючій тенденції зміни швидкості закислення опадів (0,04 одиниці в рік) уже через 10 років значення рН атмосферних опадів у регіоні досліджень буде на межі 5,5 [300].

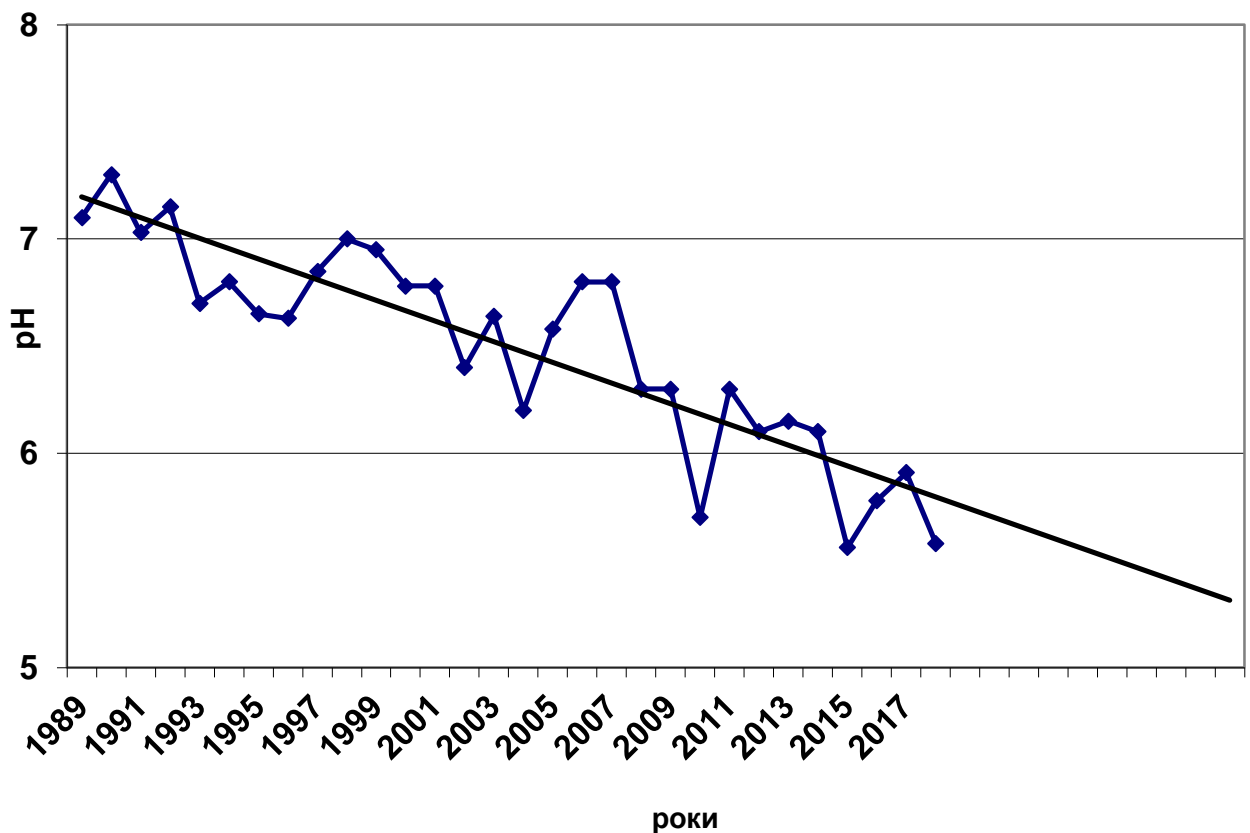


Рисунок 3.10 – Багаторічна динаміка зміни рН опадів у районі Передкарпаття (за даними Гідрометцентру України).

Встановлено, що для дощових опадів Прикарпаття та Покутсько-Буковинських Карпат найбільш тісну кореляцію можна спостерігати між іонами NH_4^+ та SO_4^{2-} . При цьому відбувається низький рівень кореляції між одновалентними іонами Na^+ , Cl^- та PO_4^{3-} (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

Номограма кореляції фізико-хімічних параметрів дощових опадів на території
Передкарпаття та Покутсько-Буковинських Карпат

	T°C	pH	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^-	Ca^{2+}	Na^+	K^+	Mg^{2+}
T°C													
pH	0,55												
NH_4^+	0,40	0,25											
NO_2^-	-0,33	0,56	0,52										
NO_3^-	-0,29	0,48	0,68	0,30									
PO_4^{3-}	-0,22	0,50	0,45	0,45	0,66								
SO_4^{2-}	-0,28	-0,22	0,92	0,52	0,70	0,53							
Cl^-	-0,62	0,48	0,54	0,55	0,62	0,29	0,68						
HCO_3^-	0,51	0,82	0,48	0,64	0,55	0,65	0,54	0,55					
Ca^{2+}	0,28	0,45	0,70	0,60	0,46	0,40	0,78	0,40	0,72				
Na^+	-0,35	0,32	0,62	0,34	0,53	0,25	0,60	0,74	0,61	0,58			
K^+	0,25	0,55	0,56	0,56	0,38	0,66	0,66	0,35	0,70	0,75	0,57		
Mg^{2+}	0,24	0,44	0,43	0,66	0,35	0,37	0,35	0,28	0,61	0,80	0,54	0,55	

Оскільки фізичний зміст і величина показника рН атмосферних опадів характеризує комплексний вплив цілого ряду природних та антропогенних чинників, то за його зміною нескладно відстежувати зміну концентрації водневих іонів, не виконуючи складних підрахунків. В основі створення шкали оцінки можливих небезпек на базі показника рН лежить значення нейтрального середовища абсолютно чистої води та показника рН опадів, нижче якого їх можна вважати кислотними (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Шкала оцінки екологічної безпеки атмосферних опадів за значенням рН

Діапазон значень рН	Ступінь екологічної безпеки атмосферних опадів	Рівень екологічної безпеки атмосферних опадів
6,5 - 7,5	Безпечний	Допустимий
5,5 – 6,4	Слабобезпечний	
5,4 - 4,5	Небезпечний	Недопустимий
< 4,5	Високонебезпечний	

Для аналізу впливу атмосферних опадів на певну територію та забруднення поверхневих водних джерел на практиці з успіхом використовують модуль надходження хімічних сполук [306-311]. Однак цей показник успішно можна використовувати з метою оцінки небезпек, зумовлених впливом атмосферних опадів на територію. Як критерій зручно буде застосовувати суму модулів надходження компонентів опадів згідно формули (3.1):

$$M_H = \sum \frac{C_i Q_i}{1000} \quad (3.1),$$

де: C_i – концентрація і-го компонента в опадах; Q_i – кількість опадів за рік.

Градування ступеня безпеки відповідно до розподілу величин сумарного модуля надходження хімічних компонентів доречно здійснювати, базуючись на відомі показники найбільших і найменших модулів, які характеризують надходження хімічних сполук з опадами на деякі території України. Виходячи з таких міркувань, пропонуємо шкалу оцінки екологічної небезпеки від впливу атмосферних опадів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Шкала оцінки екологічної небезпеки впливу атмосферних опадів за значенням сумарного модуля надходження хімічних речовин

Діапазон значень M_n	Ступінь екологічної безпеки атмосферних опадів	Рівень екологічної безпеки атмосферних опадів
≤ 10	Безпечний	Допустимий
10,1 – 20,0	Слабобезпечний	
20,1 – 30,0	Небезпечний	Недопустимий
$>30,0$	Високонебезпечний	

Індекс забруднення води (ІЗВ) широко використовується на практиці як успішний інструмент оцінки якісного стану поверхневих вод [312, 313]. Його вираховують згідно формули (3.2):

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК} \quad (3.2).$$

Однак його використання для оцінки атмосферних опадів в існуючому вигляді неможливе, оскільки дуже низькі концентрації хімічних речовин у дощовій воді завжди будуть зумовлювати найвищу оцінку якості. Пропонована адаптація цього методу до оцінювання безпеки атмосферної води враховує заміну значення ГДК забруднювача води у формулі ІЗВ на фонову концентрацію забруднювача. Вираз ІЗО тоді набуває вигляду (3.3):

$$I_{ZO} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\phi}}, \quad (3.3),$$

де: I_{ZO} – індекс забруднення опадів; C_i – концентрація компонента у воді; C_{ϕ} – фонова концентрація речовини; n – число показників, які використовують для розрахунку індексу [368].

Отже, можна порівняти безпеку трансформованих урбанізацією опадів (табл. 3.7). Діапазон значень I_{ZO} зумовлений розмахом відмінностей концентрацій компонентів атмосферних опадів у різних регіонах України.

Для опадів досліджуваного в дисертаційній роботі регіону вдалось встановити позитивний кореляційний зв'язок між значеннями рН та вмістом окремих катіонів (Ca – 0,58, Mg – 0,62). Також встановлено кореляцію між вмістом гідрокарбонатів і рН (0,56). Такі результати можуть бути наслідком комплексності значення показника рН, що формується під впливом співвідношення як катіонів, так і аніонів. Цю гіпотезу підтверджує існування кореляційного зв'язку (0,67) між рН і сумою іонів (рис. 3.11).

Для основних кислототвірних іонів SO_4^{2-} і NO_3^- нами встановлено обернений кореляційний зв'язок між їхньою концентрацією та сумою опадів (0,62 для сульфатів і 0,67 для нітратів). Вища кореляційна спорідненість встановлена для залежності сума іонів – кількість опадів (0,76). Для інших іонів ступінь оберненого кореляційного зв'язку коливалася в межах 0,3-0,45.

Використовуючи такий методичний підхід, ми проаналізували рівень екологічної безпеки атмосферних опадів заповідних та трансформованих урбанізованих територій [300].

Дослідження рівня екологічної безпеки трансформованих територій показало, що закислення атмосферних опадів супроводжується деградацією ґрунтового покриву та рослинного різноманіття.

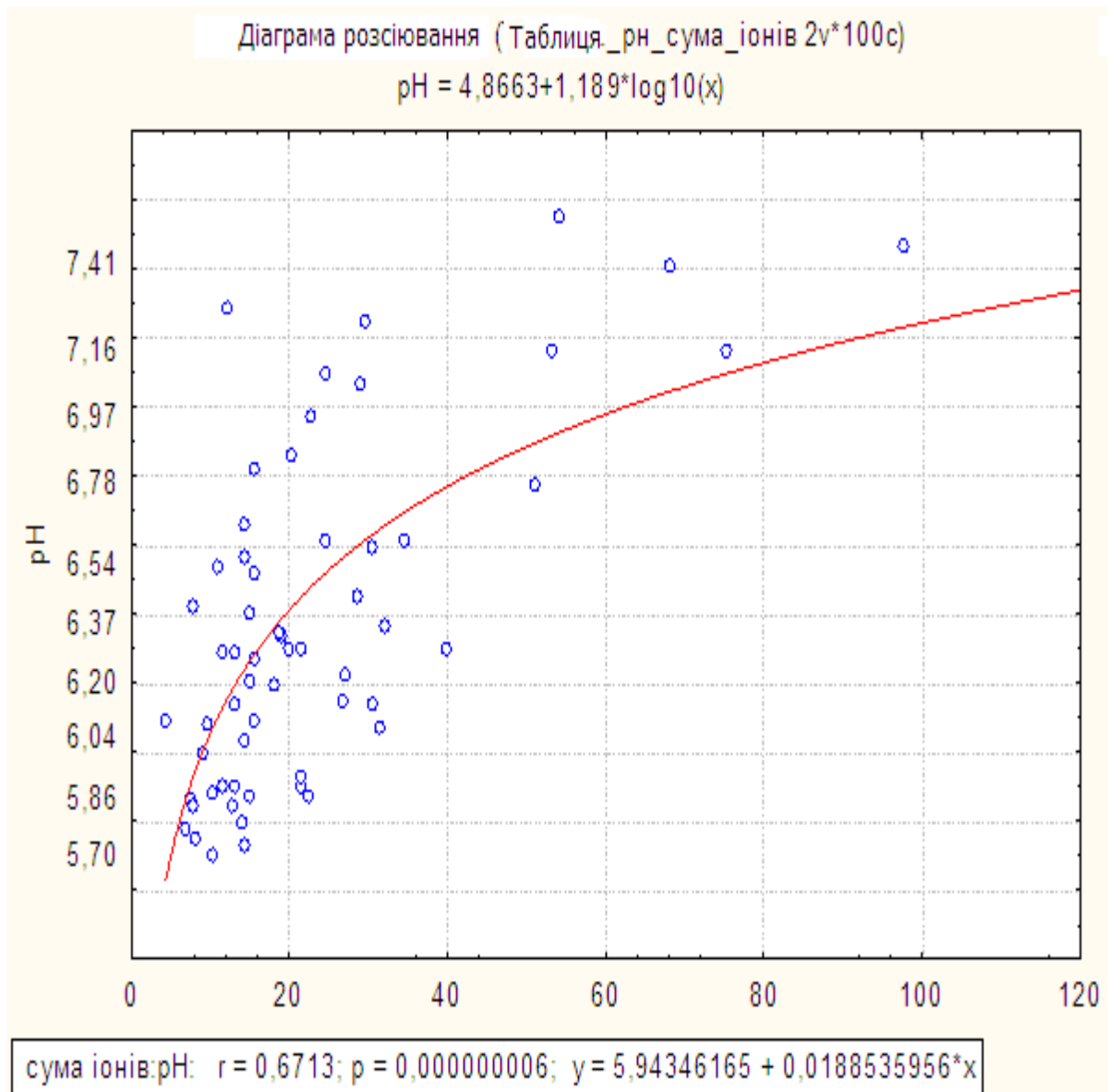


Рисунок 3.11 – Функціональна залежність: рН - сума іонів

Зростання кислотності атмосферних опадів негативно впливає на продуктивну функцію ландшафтів як через фізичні, так і через хімічні механізми деградації [306]. Можливий небезпечний вплив кислотних опадів представлено на рис. 3.12.

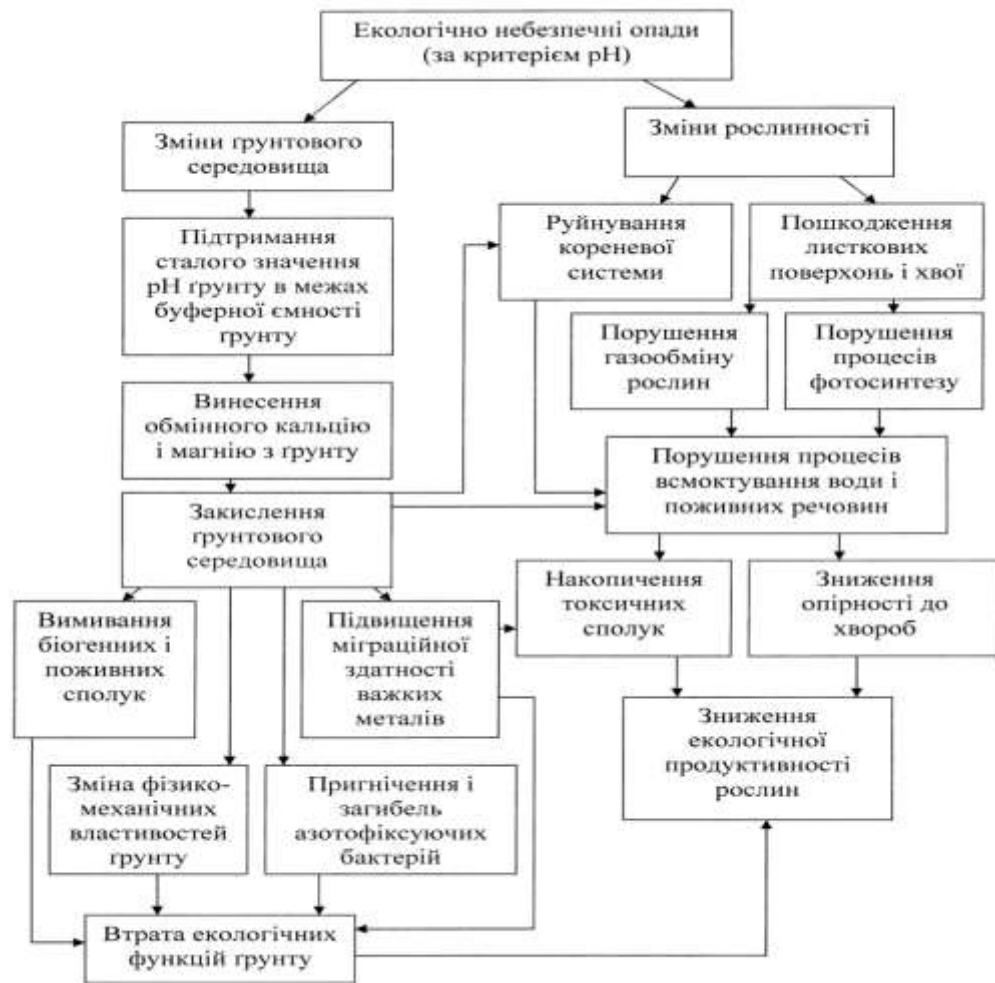


Рисунок 3.12 – Схема впливу екологічно небезпечних опадів на ґрунтове середовище і рослинність

Аналіз даних рис. 3.13 показує, що регулярне випадання екологічно небезпечних опадів відбувається поступова втрата екологічних функцій міських ґрунтів. Стабільне надходження із атмосферною водою кислототвірних сполук призводить до закиснення верхніх шарів ґрунтового горизонту. Найбільш суттєво це проявляється для придорожніх територій. Такі процеси стають визначальним фактором зниження вмісту кальцію та магнію. Це зумовлює зменшення на відстані 5 метрів від доріг вмісту кальцію на 69,5%, порівняно із фоновими пробами, а вміст магнію менший від фонового

на 54,2%. На віддаленні від автомобільного полотна на 15 метрів концентрації кальцію становить 99%, а магнію 87,5% від фонові концентрації.

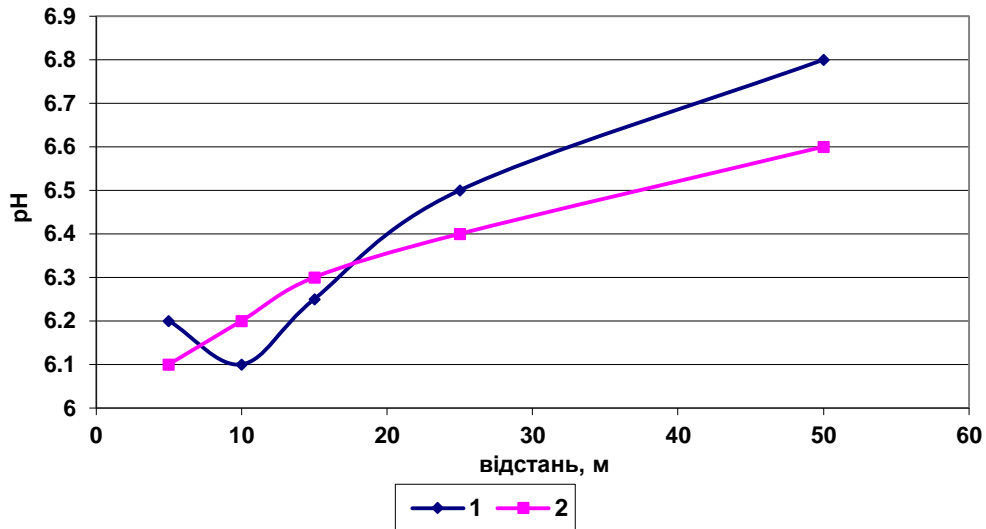


Рисунок 3.13 – Залежність рН ґрунтів від відстані до доріг: 1 – з існуванням екрану зелених насаджень; 2 – без екрану зелених насаджень.

Кислоти, що поступають на поверхню ґрунту, завдають негативного впливу на його властивості. Це зумовлено тим, що катіони водню у випадку потрапляння в ґрунт здатні заміщати катіони, які сорбційно пов'язані із колоїдними частинками ґрунту. Це, в свою чергу, призводить до переміщення їх у глибокі шари, роблячи їх недоступними для коренів рослин. Також для таких ґрунтів характерним є поява фітотоксичних властивостей.

Проведений аналіз значення рН ґрунтів на придорожніх територіях (рис. 3.13) показує, що мінімальні значення рН ґрунту фіксуються на відстані 5-15 метрів від проїжджої частини. У міру віддалення значення рН зростає аж до виходу на фонове значення, яке є характерним для деградованих ґрунтів.

Відмінності між показниками рН ґрунту визначеними на відстані 5 і 50 метрів становлять 0,5-0,6 одиниць рН. Вагоме значення для збереження ґрунтів на придорожніх територіях мають зелені насадження. Існування екрану зелених насаджень (кущів і дерев) призводить до підвищення

показника рН загалом на 0,2 одиниці за однакового транспортного навантаження вулиці [300].

Пряких методів впливу на мінімізацію екологічної небезпеки від впливу на гідросферу хімічного складу та кислотності атмосферних опадів не існує. Цей негативний вплив можна попередити лише в результаті загального покращення екологічної обстановки в регіоні, зменшеннями забруднення атмосфери, де формується фронт опадів. Але і в цьому випадку неможливо позбутися негативного впливу транскордонного перенесення забруднень. Вихід зі становища тільки у планомірному комплексному поліпшенні екологічної обстановки на планеті Земля.

3.3. Екологічний стан ґрунтів

Важлива складова гірських екосистем – це ґрунти. Надмірний антропогенний вплив призводить до виснаження ґрунтів, змінює активність їхнього ферментативного комплексу, склад та чисельність мікроорганізмів, призводить до їх деградації і порушує екологічну безпеку природних та напівприродних комплексів. Наділені відповідним природоохоронним статусом та зонуванням землі заповідних територій є свого роду еталонами для моніторингових досліджень змін екосистем під дією антропогенної діяльності. Вивчення їхнього стану дає можливість прогнозувати зміни у навколишньому середовищі на віддалену перспективу. Варто також зазначити, що використання санітарно-мікробіологічних показників ґрунту для оцінки стану заповідних об'єктів нині є епізодичним і не стосується конкретних функціональних зон зазначених територій [314].

Як свідчать проведені нами дослідження (табл. 3.8), за показниками ЗМЧ (загального мікробного числа) та титру БГКП (бактерій групи кишкової палички) ґрунти, відібрані в заповідній зоні НПП, відповідають рівню «чистий», згідно зі шкалою [315].

Водночас у ґрунтах цієї функціональної зони ми не виявили

представників *Clostridium perfringens* та грам-позитивних коків, про що свідчать відповідні показники перфрінгенс титру та титру ентерококів. Відомо, що вміст у ґрунтах зазначених мікроорганізмів є ознакою свіжого чи давнього фекального забруднення. А отже, можна стверджувати, що у заповідній зоні природно-заповідного об'єкта вони є вільними від фекалій. За вмістом термофільних грам-позитивних бацил ґрунти заповідної зони можна назвати чистими. Оцінка мікробіологічного стану ґрунтів зони стаціонарної рекреації (пункти 4-5) свідчить про зростання в досліджених пробах майже на порядок показників ЗМЧ та відповідного зменшення величини титру БГКП [334].

Таблиця 3.8 – Санітарно-мікробіологічна оцінка ґрунтів різних функціональних зон НПП «Вижницький»

пункт відбору проб	ЗМЧ	титр БГКП	перфрінгенс титр	титр ентерококів	кількість термофільних бактерій в 1 г абс. сух. ґрунту
1	2	3	4	5	6
1	$4,62 \times 10^5$	1,60	не виявлено	не виявлено	$1,50 \times 10^2$
2	$4,84 \times 10^5$	2,25	не виявлено	не виявлено	$1,61 \times 10^2$
3	$4,55 \times 10^5$	1,52	не виявлено	не виявлено	$1,40 \times 10^2$
1	2	3	4	5	6
4	$3,51 \times 10^6$	0,53	$5,4 \times 10^{-4}$	4,5	$3,84 \times 10^4$
5	$4,20 \times 10^6$	0,05	$7,2 \times 10^{-4}$	6,2	$4,72 \times 10^4$
6	$5,73 \times 10^6$	0,08	$4,3 \times 10^{-5}$	10,5	$5,50 \times 10^6$
7	$5,25 \times 10^6$	0,07	$3,5 \times 10^{-5}$	9,0	$6,22 \times 10^6$
8	$4,9 \times 10^6$	0,09	$4,0 \times 10^{-5}$	8,2	$4,93 \times 10^6$
СанПин 2.1.7. 1287-03	$< 5 \times 10^5$	$\geq 1,0$	$\geq 0,01$	1-10	$\leq 10^3$

Примітка: нумерація пунктів відбору проб аналогічна зазначеній у примітці до рис. 2.5. різниця достовірна за $p < 0,05$

Показники перфрінгенс титру, титру ентерококів та кількості термофільних бактерій коливаються в межах діапазону, що відповідає помірно-чистому стану ґрунту. У міру переходу до господарської зони (пункти 6-9) відбувається вагоме зростання (на два порядки) кількості термофільних бактерій. Підвищення кількості термофільних мікроорганізмів свідчить про внесення в ґрунти перегною чи компосту, а отже, може бути результатом інтенсивного ведення землеробства та використання для цих цілей місцевих органічних добрив тваринницького походження [413].

Багаторічне вивчення показника загального мікробного числа ґрунтів територій різного антропогенного навантаження представлено на рис. 3.14.

Як свідчать дані рисунку 3.14 за останні 10 років в регіоні намітилася тенденція до значного мікробіологічного забруднення ґрунтів, що зазнають інтенсивного господарського впливу місцевого населення.

Для оцінки біологічної активності ґрунтів ми визначали їхню уреазну активність. Отримані нами результати узгоджуються із дослідженнями [316], які вказують на безпосередній зв'язок активності ферменту та стійкості ґрунтової екосистеми. Так, за переходу до господарської зони (зони сільськогосподарських угідь) стабільність природних екосистем зазнає подальших змін за рахунок більш інтенсивного ведення тваринницького господарства та розвитку сільськогосподарських угідь. Такі зміни супроводжуються різким зростанням уреазної активності в трансформованих людиною екосистемах [334].

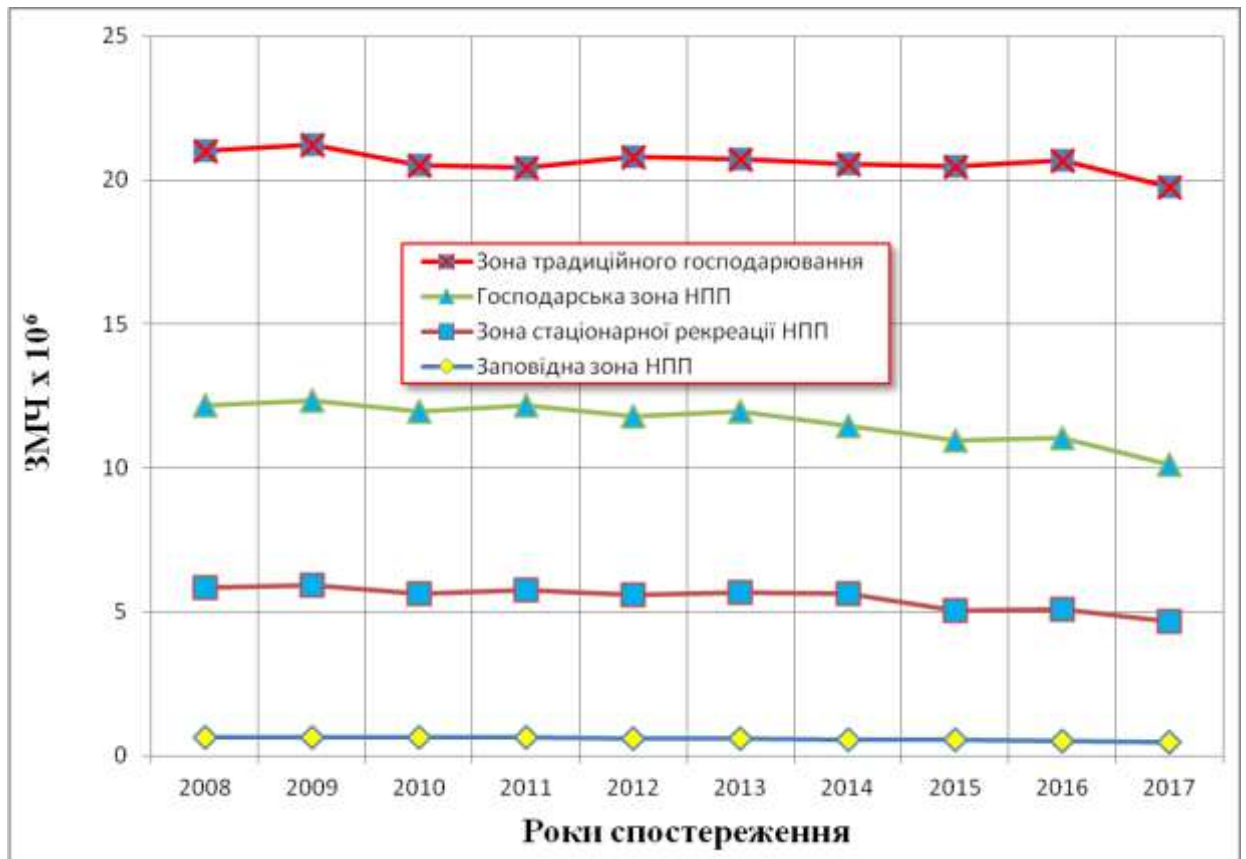


Рисунок 3.14 – Динаміка загального мікробного числа (ЗМЧ) ґрунтів об'єкту дослідження.

Як відомо, фермент уреаза належить до класу гідролаз, які відіграють значну роль у гідролітичному розщепленні органічних речовин та перетворення їх на доступні для рослин поживні елементи. Як наслідок, у ґрунтах господарської зони (пункти 6-8) збільшується кількість нітратів та прогресивно зменшується родючість землі. Зростання уреазної активності при переході від заповідної до господарської зони (табл. 3.9) свідчить про істотні зміни активності ґрунтового біоценозу за більш ніж два десятки років з часу створення заповідного об'єкту.

Проведені дослідження показали, що ґрунти антропогенно змінених ландшафтів характеризуються високим вмістом санітарно-показових бактерій. Для ґрунтів територій, які за межами НПП, характерна висока біологічна

здатність, про що свідчить рівень активності ферменту уреазу та співвідношення основних форм сполук нітрогену.

Таблиця 3.9 – Порівняльний аналіз санітарно-екологічних та санітарно-мікробіологічних показників ґрунтів господарської зони НПП «Вижницький» та територій традиційного господарювання Чернівецької області

№ п.п.	показники стану ґрунтів	територія НПП, господарська зона (X сер.)	території традиційного господарювання (X max.)	відхилення, % (±)
1	ЗМЧ	$5,29 \times 10^6$	$9,81 \times 10^6$	- 85,4
2	титр БГКП	0,08	0,04	+ 50,0
3	перфрінгенс-титр	$3,9 \times 10^{-5}$	$3,0 \times 10^{-5}$	+ 23,1
4	титр ентерококів	14,6	11,4	+17,8
5	кількість термофільних бактерій	$5,6 \times 10^6$	$8,4 \times 10^6$	- 50,0
6	обмінний амоній (N-NH ₄), мг/кг	2,9	5,5	+ 89,7
7	нітроген нітратний (N-NO ₃), мг/кг	5,4	6,5	+ 27,8
8	уреазна активність, мкг (N-NH ₄) за год. / г	2,37	2,40	=

- НПП – національний природний парк
- різниця достовірна ха р < 0,05

Порівняльний аналіз ґрунтів, територій, де розвивається господарська діяльність, які відрізняються тільки природоохоронним статусом, засвідчив, що ґрунти господарської зони НПП вміщують менше нітратів та амонію та поступаються за вмістом санітарно-показових бактерій. Що стосується активності ферменту уреазу, то вона приблизно однакова в різних зонах господарської діяльності.

Таким чином, можна стверджувати, що кількість досліджуваних мікроорганізмів та біологічна активність ґрунтів різних функціональних зон

територій природно-заповідного фонду залежить від рівня антропогенного навантаження.

Діяльність ґрунтових мікроорганізмів є високочутливим індикатором біологічної активності ґрунтів, що набуває особливого значення для моніторингу за станом еталонних (заповідних) територій – центрів (ядер) екологічної мережі, осередків збереження, відтворення ландшафтно-біологічного різноманіття та підтримання екологічної безпеки цих територій.

Наші дослідження, як і дослідження інших авторів, встановили, що значний негативний вплив спричиняє забруднення ґрунтів Покутсько-Буковинських Карпат деревними відходами – продуктами заготовки та переробки лісових порід. Воно поширюється як на чисто фізичне забруднення ґрунтів, так і на їхній мікробіологічний стан та біологічну активність. Дієвим методом мінімізації цієї екологічної загрози може бути використання деревних залишків для виробництва паливних гранул. Умовою широкого впровадження цього підходу повинна бути допустимість використання максимальної кількості типів відходів. У цьому випадку з'явилася б можливість не тільки зменшити забруднення ґрунтів, але й отримати альтернативне паливо із біомаси, чим мінімізувати забруднення атмосфери в результаті спалювання палива, необхідного для забезпечення життєдіяльності населення. Пропозиція щодо інженерного впровадження такої стратегії (яка підтверджена отриманим патентом України) наведена у 4 розділі дисертації.

3.4. Екологічний стан атмосферного повітря

3.4.1. Санітарно-мікробіологічна оцінка атмосферного повітря. Оцінка мікробіологічного стану атмосферного повітря територій природно-заповідного фонду та прилеглих до них ландшафтів традиційного господарювання представлена в таблицях 3.10. та 3.11. Мікрофлору повітря ми визначали за загальноприйнятим седиментаційним методом за умови сонячної безвітряної погоди. Проби повітря відбирали в пунктах, зазначених до рис.3.3.

Таблиця 3.10 – Санітарно-мікробіологічна оцінка атмосферного повітря різних функціональних зон НПП «Вижницький»

Пункт відбору проб	Загальне мікробне число	Основна мікрофлора (родова і видова назва)
1	104,43	<i>Sarcina rosea</i> , <i>M. flavus</i>
2	108,76	<i>Sarcina lutea</i> , <i>Bacillus mycoides</i>
3	109,91	<i>Sarcina lutea</i> , <i>M. Candicans</i>
4	156,66	<i>Sarcina rosea</i> , <i>M. flavus</i> , <i>Bacillus subtilis</i>
5	119,94	<i>Sarcina rosea</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>M. flavus</i>
6	204,49	<i>Sarcina lutea</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>M. flavus</i>
7	207,24	<i>Sarcina lutea</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>M. flavus</i>
8	215,35	<i>Sarcina rosea</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>M. Flavus</i>
9	244,44	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>M. candidans</i> , <i>Sarcina lutea</i> ,
10	257,33	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>S. saprophyticus</i> , <i>Microbacterium candidans</i> , <i>Sarcina lutea</i> ,
11	288,76	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Microbacterium rasettacrns</i> , <i>Sarcina saprophytius</i>
12	265,55	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>Microbacterium candidans</i> , <i>Sarcina lutea</i> ,
13	274,66	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>Microbacterium candidans</i> , <i>Sarcina lutea</i> ,
14	270,24	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>Microbacterium candidans</i> , <i>Sarcina lutea</i> ,
15	258, 56	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>S. saprophyticus</i> , <i>Sarcina lutea</i> ,
16	260,45	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>S. saprophyticus</i> , <i>Microbacterium candidans</i> , <i>Sarcina lutea</i> ,

- нумерація пунктів відбору проб аналогічна зазначеній до рис.2.5
- заповідна зона (пункти №№ 1-3)
- зона стаціонарної рекреації (пункти №№ 4-5)
- господарська зона НПП (пункти №№ 6,7,8)
- прилеглі до НПП господарські ландшафти (пункти 9-16)

Відомо, що мікрорфлора повітря підрозділяється на постійну (резидентну, автохтонну) та транзитну (тимчасову, аллохтонну). До представників

автохтонної мікрофлори, що здебільшого формується за рахунок мікроорганізмів ґрунту, належать пігментоутворювальні коки (*M. roseus*, *M. flavus*, *S. flava*, *S. alba*), спороутворювальні бацили (*B. subtilis*, *B. mycoides*, *B. mesentericus*), актиноміцети, дріжджеподібні гриби роду *Candida* [368].

В атмосферному повітрі гірського регіону виявлено цілу низку показових мікроорганізмів (табл. 3.10). Серед них *Sarcina lutea*, *Sarcina rosea* (сарцина жовта, сарцина оранжева) – мікроорганізм роду сарцин, хемоорганотрофні анаеробні грам-позитивні коки, умовно патогенний, виявляється на шкірі, в шлунку та товстому кишечнику людини.

Bacillus mycoides – грам-позитивні бактерії, факультативні або облігатні аеробні організми, наділені каталазною активністю, найбільша кількість штамів виділена з ґрунтів, де слабо проходить мінералізація органічних речовин.

Bacillus subtilis – типовий ґрунтовий організм, хемоорганогетеротроф, амоніфікує білки, розщеплює крохмаль, глікоген, продукує ферменти амілази та протеази, зовсім не шкідливі для людини та тварин. Мікрофлора атмосферного повітря представлена також штамми *Tarula rosea*, *M. flavus*, *S. saprofiticus*, *M. rasettacens*, *M. candicans*.

Більшість із ідентифікованих представників мікрофлори повітря належать до хемоорганогетеротрофів. Хемоорганогетеротрофія – це тип живлення, характерний для мікроорганізмів, що отримують необхідну енергію та вуглець з органічних сполук. Серед цих мікроорганізмів є аеробні та анаеробні види, які живуть переважно в ґрунті та інших субстратах, їх вимивають дощі і талі води, також вони випаровуються в повітря.

Таблиця 3.11 – Порівняльний аналіз санітарно-мікробіологічних показників атмосферного повітря господарської зони НПП «Вижницький» та прилеглих до НПП територій традиційного господарювання

№п.п	санітарно-мікробіологічні показники атмосферного повітря	територія НПП, господарська зона (X сер.)	прилегли території (X сер.)*	відхилення (±), в %
1.	Загальне мікробне число	209,03 ± 9,5	265,00±12,4	26,8
2.	Кількість виявлених видів мікрофлори	3-4	3-4	0

*середні дані з 8 пунктів відбору проб на територіях, прилеглих до НПП з традиційним веденням господарства

Встановлено (табл. 3.11), що атмосферне повітря господарської зони НПП та зони традиційних господарських ландшафтів, розміщених навколо території заповідного об'єкта, характеризуються збільшенням загального мікробного числа та видового різноманіття мікрофлори. Особливо це стосується зони традиційних ландшафтів. Проте варто зазначити, що виявлені штами мікрофлори в цих зонах є нешкідливими для організму людини або належать до групи умовно патогенних [9].

3.4.2. Аероіонний склад атмосферного повітря. Як вважає низка авторів [317-319], одним із підходів дослідження екологічного стану атмосфери може слугувати визначення кількості аероіонів іонізованого повітря. Проведені нами в цьому напрямку дослідження (табл. 3.12) показали, що природне та напівприродне середовище заповідної зони НПП «Вижницький» характеризується високим вмістом легких аероіонів. Дещо поступається за цим показником територія зони стаціонарної рекреації (1500-1700 легких аероіонів у см³) і мінімальне значення вмісту аероіонів зафіксовано в господарській зоні заповідного об'єкта [335].

Таким чином, дані таблиці 3.12 вказують на існування спадаючого градієнта концентрації легких аероіонів у переході від заповідної до господарської зони заповідного об'єкта, що характеризуються різним рівнем антропогенної діяльності. При цьому, як свідчать дані уніполярності, є більш прогресуюче зменшення показника негативних аероіонів, якщо порівняти з позитивними.

Таблиця 3.12 – Вміст аероіонів у атмосферному повітрі різних функціональних зон НПП «Вижницький»

функціональні зони НПП «Вижницький»	номер пункту відбору проб	концентрація легких аероіонів, (іон / см ³)		показник уніполярності (У)
		-	+	
заповідна зона	1	2900	1600	0,55
	2	2800	1650	0,60
	3	2600	1300	0,50
зона стаціонарної рекреації	4	1700	1250	0,74
	5	1500	1125	0,75
господарська зона	6	750	690	0,92
	7	720	600	0,83
	8	800	675	0,84
СанПиН 2.2.4.1294-03		> 600	≥ 400	0,4 ≤ У < 1,0

Різниця достовірна при $p < 0,05$

Отримані нами результати підтверджують дослідження А.Л.Чижевського [317], які показали, що повітря природних систем відрізняється від техногенно-трансформованих вмістом іонів та співвідношенням негативних і позитивних аероіонів, зокрема повітря лісових масивів вміщає

1,5-5 тис.іонів/см³, чисте повітря сільських ландшафтів має від 2 до 3 тис.іонів/см³, а повітря урбанізованих територій – лише 0,-1 тис.іонів/см³.

Упродовж року активність процесу іонізації повітря в різних зонах НПП змінюється, про що свідчить показник уніполярності (рис.3.15).

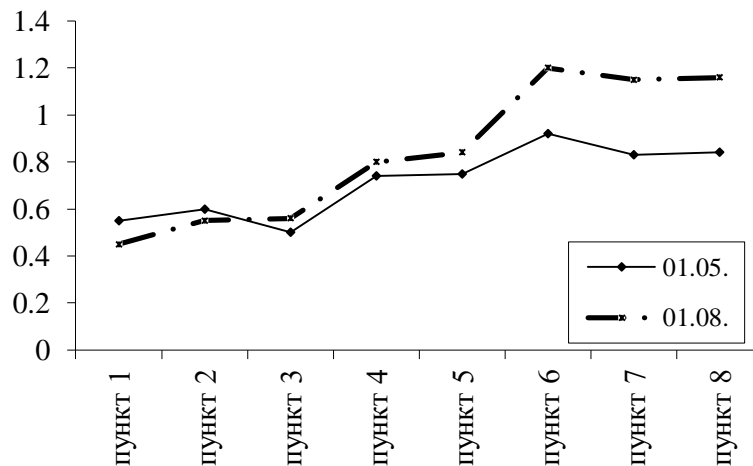


Рисунок 3.15 – Сезонний характер зміни показника уніполярності іонізованого повітря різних функціональних зон НПП «Вижницький».

Примітка: пункти відбору проб відповідають зонам, що зображені на рис.3.3.

Так, для заповідної функціональної зони величина показника уніполярності практично не залежить від сезонних змін і коливається в діапазоні 0,4-0,6 одиниць. У міру переходу від весняно-літнього до літньо-осіннього періоду значно зростають величини показника уніполярності для господарської зони (1,0-1,5 од.).

Порівняльний аналіз стану атмосферного повітря у районах антропогенних ландшафтів різного природоохоронного статусу показав, що господарська зона заповідного об'єкта (НПП) достовірно переважає за вмістом легких негативних аероіонів зону традиційного господарювання за межами територій природно-заповідного фонду (табл. 3.13), що можна пояснити рівнем антропогенного впливу на стан атмосферного повітря гірських лісових екосистем [9]. Динаміка змін вмісту аероіонів в даних зонах відображена на рис.3.16.

Таблиця 3.13 – Порівняльний аналіз санітарно-екологічних показників повітря господарської зони НПП «Вижницький» і територій традиційного господарювання гірської та передгірної частини Чернівецької області

№ п.п	показники стану атмосферного повітря	територія НПП, господарська зона (X сер.)	території традиційного господарювання (X max.)	відхилення (±)
1	концентрація негативних легких аерофонів, в см ³	757	690	+ 67
2	концентрація позитивних легких аероіонів, в см ³	655	676	- 21
3	коефіцієнт уніполярності (У)	0,87	0,98	- 0,11

•НПП – національний природний парк

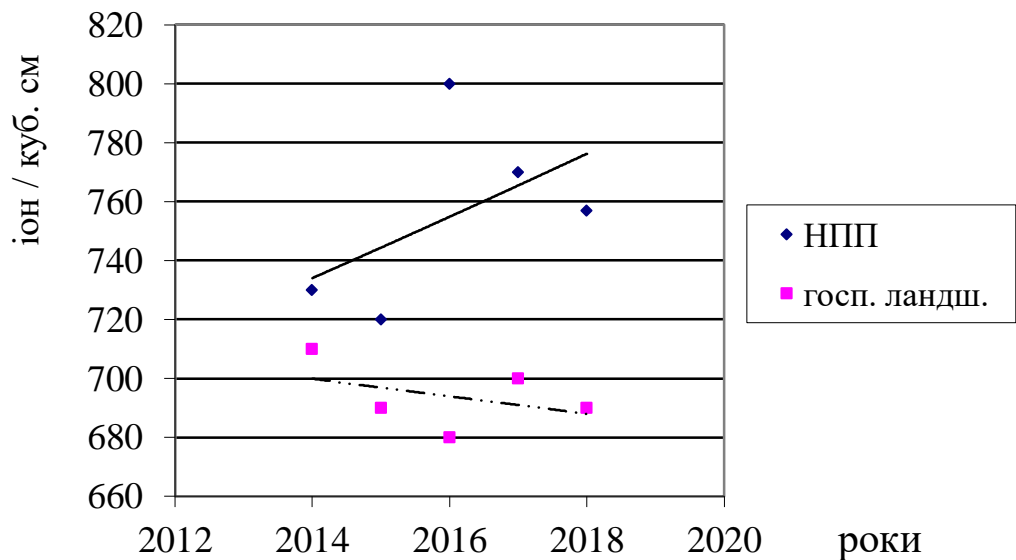


Рисунок 3.16 – Динаміка вмісту аероіонів (іон/см³) в господарських зонах різного природоохоронного статусу

Як свідчать дані багаторічних спостережень (рис. 3.16) активна антропогенна діяльність (інтенсивна вирубка лісу, надмірна загазованість, тощо) в зоні традиційних ландшафтів, які межують із господарською зоною природно-заповідного об'єкту, призводить до погіршення якості атмосферного повітря що знаходить своє відображення в кількості негативних аероіонів.

3.4.3. Показники активності фотосинтетичного апарату. Ще одним індикатором стану забруднення атмосферного повітря можуть бути показники активності фотосинтетичного апарату (ФСА). Продуценти, представлені рослинними організмами, є своєрідними посередниками між фізичним та біогенним середовищем. За умов техногенного забруднення фізичного середовища рослини першими потрапляють у ситуацію екологічного стресу, реагують на ці впливи зміною форми, функцій та метаболізму [320]. На думку [321, 322], фотосинтез є одним із найчутливіших фізіологічних процесів до дії стресових екологічних факторів, і з успіхом може використовуватися для індикації чистоти атмосферного повітря. Існують припущення [322], що зниження вмісту високоенергетичних сполук у листі ослаблених дерев, імовірно, пов'язане зі зменшенням зв'язаності між електронним транспортом, фотофосфорилюванням і темновими реакціями фотосинтезу.

Надмірне забруднення повітряного середовища без сумніву призводить до регуляції перебігу функціональних процесів у представників деревовидної флори гірської екосистеми. Оскільки поглинання газів здійснюється через листок – основний фотосинтетичний орган рослин, то логічним є швидке реагування насамперед первинних фотохімічних процесів фотосинтезу на умови газового стресу. До таких первинних процесів, на нашу думку, належать швидкість фотохімічної реакції та синтез пігментів фотосинтетичного апарату. Не викликає сумніву, що окремі параметри функціональної активності ФСА можуть бути, на наш погляд, надійними індикаторами стану забруднення атмосферного повітря міської екосистеми.

Раніше [323] було показано вплив забруднення атмосферного повітря на активність фотосинтетичних процесів у представників міської дендрофлори. Морфолого-фізіологічні зміни деревних рослин за умови атмосферного забруднення були показані також у дослідженнях [324].

Отримані нами результати, представлені в таблиці 3.14, вказують на більш значне зниження вмісту хлорофілу «б» в листках бука звичайного, якщо порівняти з показником за хлорофілом «а», що супроводжується зростанням величини співвідношення хл «а» / хл «б», особливо на прилеглих до заповідного об'єкта територіях традиційного господарювання [343].

Таблиця 3.14 – Активність фотосинтетичних процесів у листках бука звичайного (*Fagus silvatica* L.) гірських територій, що характеризуються різним рівнем антропогенного навантаження

Показник	Варіанти досліджу			
	Контроль (100 %) Заповідна зона НПП	Зона стаціонарної рекреації	Господарська зона НПП	Прилеглі до НПП території
1	4,84±0,12 (100 %)	4,72±0,11 (97,5 %)	4,30±0,15 (88,8 %)	4,05±0,15 (82,8 %)
2	1,52±0,08 (100 %)	1,35±0,09 (88,8 %)	1,20±0,08 (78,9 %)	1,02±0,04 (67,7 %)
3	3,18	3,50	3,58	3,97
4	81,3±3,50 (100 %)	75,5 ±2,40 (92,9 %)	74,2±3,50 (91,3 %)	63,5±2,70 (78,1 %)

1 – вміст хлорофілу «а», мг/г повітряно сухої маси; 2 – вміст хлорофілу «б», мг/г повітряно сухої маси; 3 – відношення «а»/«б»; 4 – активність реакції Хілла (мкм $K_3Fe(CN)_6$ / мг хлорофілу за год.). Різниця достовірна при $p < 0,05$.

Цей факт свідчать про зміни в структурі ФСА. Вони викликані, скоріш за все, через вплив надмірної загазованості атмосферного повітря території, прилеглої до автомобільних доріг, викидами труб індивідуального опалення та зменшенням заліснення. Отримані нами результати свідчать, що представники

рослинного світу заповідної зони НПП характеризуються підвищеним вмістом у листках хлорофілів. Саме тоді, як рослини господарської зони та прилеглих до НПП ландшафтів традиційної господарської діяльності відзначаються пригніченням функціональних процесів та порушенням структури ФСА [333].

Для тополі пірамідальної – стійкого виду до забруднення повітряного середовища – характерним є незначне зменшення обох форм хлорофілів у межах 10-11% та 21-22% (для хлорофілу «б») від контрольного показника, якщо порівняти із більш чутливим до забруднення атмосферного повітря бука звичайного, показник деградації пігментного апарату в якого сягає до 33 % (табл. 3.15).

Таблиця 3.15 – Активність фотосинтетичних процесів у листках тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis*, Моенон) різних функціональних зон НПП «Вижницький»

Показники	Функціональні зони			
	заповідна зона НПП	зона стаціонарної рекреації НПП	господарська зона НПП	прилегли до НПП ландшафти традиційної господарської діяльності
1	6,20 ± 0,25 100 %	6,05 ± 0,15 97,6 %	5,80 ± 0,12 93,5 %	5,60 ± 0,25 90,3 %
2	2,1 ± 0,10 100 %	2,00 ± 0,09 95,2 %	1,80 ± 0,10 85,7 %	1,65 ± 0,07 78,6 %
3	2,95	3,02	3,22	3,39
4	94,60 ± 4,50 100 %	93,6 ± 4,20 98,9 %	85,5 ± 5,10 90,4 %	82,2 ± 4,05 86,9 %

Примітка: 1 – вміст хлорофілу «а», мг/г повітряно-сухої маси; 2 – вміст хлорофілу «б», мг/г повітряно-сухої маси; відношення хлорофілу «а» до хлорофілу «б»; активність реакції Хілла (в мкм $K_3Fe(CN)_6$ / мг хлорофілу за год.)

різниця достовірна за $p < 0,05$

Порівняльний аналіз проведених досліджень (табл. 3.14-3.15) свідчить про те, що нагромадження зелених пігментів перебуває у безпосередній

залежності від віддаленості розміщення досліджених видів рослин від автомагістралей та інших стаціонарних джерел забруднення. Так, рослини придорожніх смуг характеризуються зменшенням вмісту обох форм хлорофілів, особливо хлорофілу «б» [333].

Наближаючись до джерела забруднення, можна спостерігати збільшення величини співвідношення хлорофілів в 1,3-1,5 рази. Отримані нами результати підтверджують висновок [325] про те, що токсиканти мають здатність нагромаджуватися у хлоропластах, спричиняючи деструкцію та розпад пігментів.

Деградація пігментної системи, найімовірніше, призводить до зміни як структури, так і функціональної активності фотосинтетичного апарату рослин. Зменшення відносного вмісту хлорофілу «б» є основним для визначення активності переносу електронів по ЕТЛ (реакція Хілла). Помітна безпосередня кореляційна залежність між детермінованою зміною структури та функціональною активністю фотосинтетичного апарату рослин. Наші дослідження дали змогу встановити, що порушення у біосинтезі пігментів впливають передусім на електрон-транспортний ланцюг (ЕТЛ) тилакоїдних мембран хлоропластів. Встановлена прямо пропорційна залежність між вмістом зелених пігментів, насамперед хлорофілу «б», та швидкістю переносу електронів по ЕТЛ, надійним критерієм якого є реакція Хілла. Для видів із підвищеною чутливістю фотосинтетичного апарату на забруднення повітряного середовища виявлено тісну кореляцію між зазначеними показниками (коефіцієнт кореляції $r=0,75-0,80$) [332].

Переважає руйнування хлорофілу «б» під впливом забруднення атмосферного повітря може бути однією з причин деградації пігментного комплексу хлоропластів і вагомим регульовальним фактором процесів світлової фази фотосинтезу. Першочергово ці зміни проявляються в порушенні переносу електронів по ЕТЛ, про що свідчать отримані нами дані стосовно швидкості реакції Хілла. Показники співвідношення зелених

пігментів листків деревовидних форм рослин та активності реакції Хілла, які ми вивчили, можна використовувати як біохімічні індикатори чистоти атмосферного повітря.

Окрім цього, ми встановили, що порушення в організації фотосинтетичного апарату в рослин супроводжується також зниженням фітопатологічного порогу, що, зокрема, проявлялося у виявленні плодкових тіл різних грибів, в ураженні стовбурів ослаблених дерев короїдом, гнилями тощо. Досліджені фотосинтетичні показники можуть бути рекомендовані до використання як індикатор екологічного та санітарного стану навколишнього середовища [343].

Таким чином проведені дослідження дозволили встановити, що, незважаючи на негативні впливи транскордонних перенесень, загалом стан атмосфери в досліджуваному регіоні задовільний і наразі не потребує реалізації якихось інженерних чи управлінських заходів з ціллю його покращання. Індикатором екологічного та санітарного стану атмосфери та й навколишнього природного середовища загалом можуть бути вміст аерофонів у атмосферному повітрі та фотосинтетичні показники.

3.5. Стан та динаміка накопичення відходів лісозаготівлі і деревообробки та оцінка перспективності використання їх для створення біопалива

За даними Головного управління статистики у Чернівецькій області [326] площа земель лісового фонду в області складає 258 тис. га (31,9 % від території), площа рубок лісу – 11 тис. 997 га, в середньому за останні роки щорічно заготовлюється близько 860 тис. м³ деревини, 95,5 % з якої складає ліквідна деревина, на відходи деревини припадає в середньому 3,6 %. (таблиця 3.16).

Проведений аналіз лісостанів на модельних ділянках прилеглих до НПП (див. додатки Ф та Ц) територій свідчить, що це в основному пристигаючі

різновікові (від 60 до 120 років) ліси I бонітету, основною лісоформуючою породою яких є смерека (ялина звичайна) вік стиглості якої в залежності від класу бонітету та повноти лісонасаджень складає від 65 до 120 років [357].

Таблиця 3.16 - Оцінка лісових ресурсів Чернівецької області

Види робіт, обсяги продукції	роки		
	2000	2006	2009
Площа рубок лісу, га	11950,0	12445,0	11997,0
Загальний обсяг заготовівлі деревини, тис. м ³	859,0	881,7	860,9
в. т. ч. ліквідної деревини, тис. м ³	569,3	826,0	828,1
Залишок деревини в лісосіках, тис. м ³	24,9	39,5	29,0

Слід зазначити, що мова йде про прилягаючі до НПП лісостани розміщені на вододільних хребтах, а тому ймовірність забруднення річкової мережі та ґрунтів нижче розміщених територій НПП є досить великою. Враховуючи те, що вік природної стиглості зазвичай продовжується 30-40 років, можна прогнозувати щорічний обсяг відходів деревини, що потенційно потрапляє на заповідні території, орієнтовно в розмірі 1-1,2 тис. куб. м.

Незважаючи на те, що відходи деревопереробної промисловості несуть значний еквівалент енергії в Чернівецькій області, вони практично не використовуються. Крім зазначених відходів практичне значення можуть мати залишки неліквідної деревини в лісосіках. За даними Головного управління статистики у Чернівецькій області [326, 327] залишок неочищених площ місць рубок у лісах в середньому в рік складає близько 75 га, що складає 0,83 % від загальної площі рубок. Проте реалії дещо інші. Отримані нами дані в результаті проведення щорічних експедицій свідчать, що практично 100 % площ залишаються неочищеними після завершення рубок.

Таблиця 3.17 - Оцінка лісостанів територій, що прилягають до НПП «Вижницький»

№ п/п	Постійний лісокористувач	Номери кварталів	Площа, га	Клас бонітету	Повнога	Запас деревини на 1 га, куб.м	Прилегла територія НПП	Потенційна кількість деревних відходів, в куб.м
1.	Розтоцьке лісництво ДП СЛАП «Карпатський лісгосп»	11-18	19,3	1, 1А	0,6	250	ур. «Лужки»	173,7
2.	Розтоцьке лісництво ДП СЛАП «Карпатський лісгосп»	27-36	26,6	1, 1А	0,6	285	ур. «Лужки», ур. «Виженка»	272,9
3.	Іспаське лісництво ДП «Вижницький держспецілісгосп АПК»	1-6, 11-12	735,8	1, 1А	0,7	320	ур. «Лужки»	8478,0
4.	Берегометське лісн-во ДП «Берегометське ЛМГ»	14-34	2019,0	1, 1А	0,7	300	ур. «Стебник»	21805,2
5.	Буковинське лісн-во «Вижницький держспецілісгосп АПК»	5, 6, 19	216,9	1, 1А	0,6	290	ур. «Стебник»	2264,4
Разом				1, 1А	0,6-0,7	289 (сер.)	-	32994,2

Отже на лісосіках залишається значний не облікований потенціал для отримання додаткового енергетичного ресурсу, що водночас є потужним забруднювачем поверхневих вод та ґрунтів об'єктів природно-заповідного фонду досліджуваного нами регіону.

3.6. Стан та динаміка змін популяційного здоров'я жителів досліджуваного регіону

Демографічне навантаження ми розглядаємо як узагальнену кількісну характеристику вікової структури населення, що показує навантаження на суспільство непродуктивним населенням. Розраховується показник демографічного навантаження на осіб 15-64 роки як співвідношення загальної

чисельності осіб віком 0-14 років та 65 років і більше до чисельності населення віком 25-64 роки. Як видно із таблиці 3.18, для гірських регіонів характерним є скорочення середнього віку населення та зростання демографічного навантаження, якщо порівняти із відповідним показником Чернівецької області. Це можна пояснити із одного боку - зростанням показників народжуваності в регіоні, а з іншого – високим рівнем смертності місцевого населення [401].

Таблиця 3.18 – Основні медико-демографічні показники передгірної та гірської популяції населення в районі Покутсько-Буковинських Карпат (Чернівецька область) станом на 1 січня 2019 року

№ п/п	Показники	Територіально-адміністративна одиниця		
		Чернівецька область	Вижниць- кий район	Путиль- ський район
1.	Чисельність населення, осіб	901309	55426	26335
2.	Народжуваність (на 1000 наявного населення)	12,4	17,1	18,2
3.	Загальна смертність (на 1000 осіб)	9,6	13,7	9,8
4.	Смертність дітей у віці до 1 р. (на 1000 новонароджених)	8,1	10,6 (снт. Берегомет)	10,9
5.	Приріст	-2,8	3,4	8,4
6.	Демографічне навантаження	444	518	552
7.	Захворюваність на злякисні новоутворення (к-ть осіб / % до загальної чисельності)	2189 / 0,24%	121 / 0,22	51 / 0,19 %
8.	Захворюваність на туберкульоз (к-ть осіб / % до загальної чисельності)	250 / 0,03 %	3 / 0,01 %	27 / 0,05 %

* за даними Головного управління статистики [47, 48, 328]

На рис. 3.17 наведено результати народжуваності та смертності у Чернівецькій області за 2005-2018 роки за даними Головного управління статистики у Чернівецькій області [328].

Представлені на рис. 3.17 дані вказують на загальну тенденцію скорочення природного приросту в регіоні за останні п'ять років. Однією із лімітуючих приріст причин виступає ріст захворюваності населення регіону.

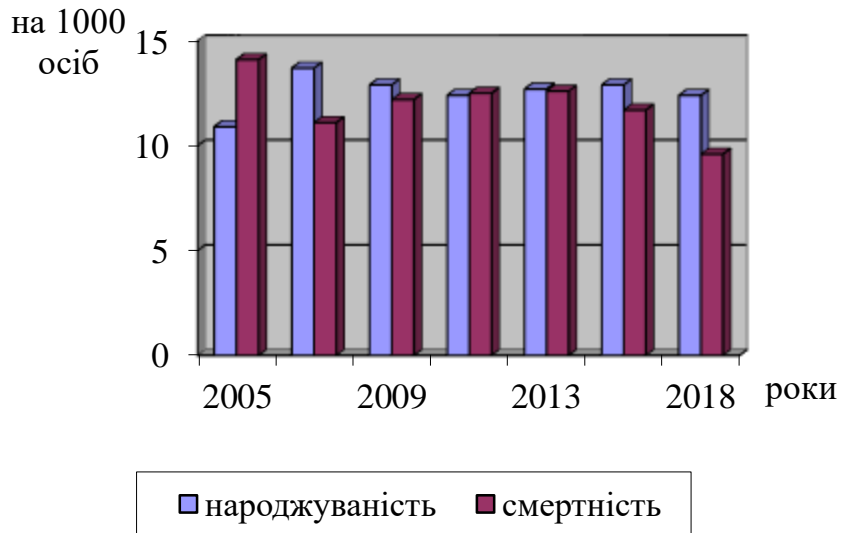


Рисунок 3.17 - Загальні коефіцієнти народжуваності та смертності населення Чернівецької області у 2005-2018 роках.

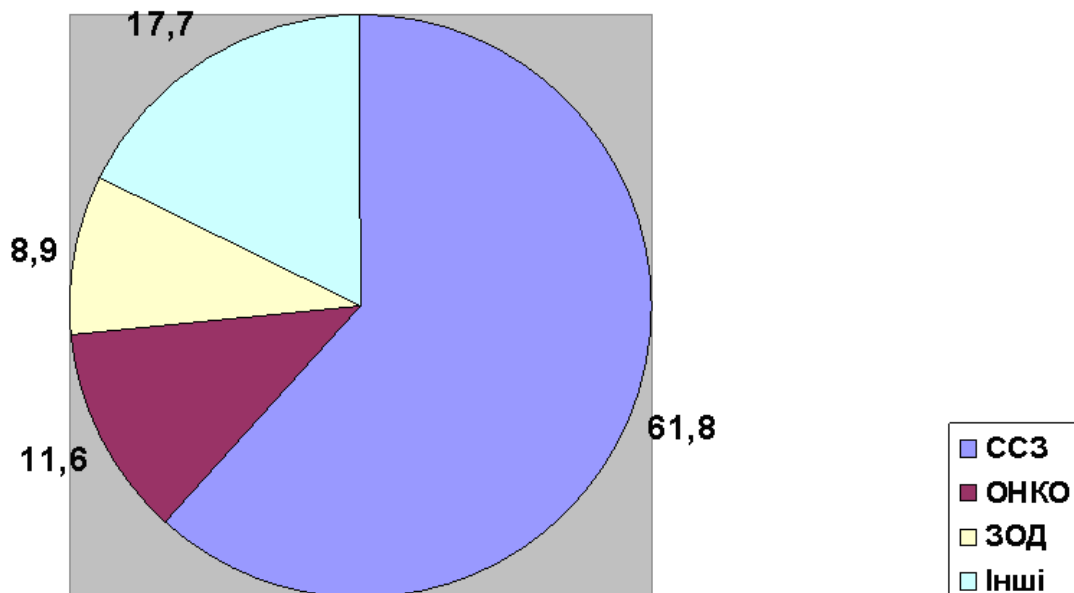


Рисунок 3.18 – Нозологічна структура смертності населення передгірної та гірської частини Чернівецької області [48].

Аналізуючи дані, представлені на рис. 3.18, бачимо, що серед основних причин смертності жителів передгірної території є: серцево-судинні

захворювання (ССЗ-61,8%), онкологічні (ОНКО – 11,6 %) та захворювання органів дихання (ЗОД – 8,9 %).

Серед важливих факторів довкілля, що визначають популяційне здоров'я горян Чернівецької області, є якість води. Існуючі в літературі дані [20] свідчать про те, що за бактеріологічними показниками в Чернівецькій області з джерел централізованого водопостачання за досліджуваний період (2000-2004рр.) не відповідало санітарно-гігієнічним нормативам 3,6%, (по Україні – 4,8 %); із джерел децентралізованих – 12,0 % (по Україні – 22,7 %). Для гірських територій ця невідповідність значно нижча (таблиця 3.19).

Є дані, що переважна більшість питної води із джерел централізованого та децентралізованого водопостачання за хімічними показниками в межах санітарних норм [20]. Варто зазначити, що дані у цьому питанні суперечливі, і за останні п'ять років намітилася тенденція погіршення санітарно-гігієнічних показників якості води річкового басейну Покутсько-Буковинських Карпат [257].

Таблиця 3.19 – Санітарно-гігієнічна невідповідність якості водного середовища в регіонах Чернівецької обл. (% невідповідності за бактеріологічними показниками)

Адміністративно-територіальна одиниця	якість питної води	
	Ц	ДЦ
Чернівецька область	3,7±0,8	12,0±2,7
Сторожинецький Район	0,4±0,3	7,6±2,9
Вижницький район	1,2±0,5	11,3±1,7
Путильський район	3,8±1,1	4,9±1,3

Примітка: Ц-централізоване водопостачання,
ДЦ – децентралізоване водопостачання

Стан популяційного здоров'я горян у багатьох випадках є лімітуючим фактором соціально-економічного розвитку Покутсько-Буковинських Карпат.

Популяційне здоров'я жителів передгірних та гірських територій Чернівецької області зумовив комплекс факторів, серед яких основними є гігієнічна якість навколишнього середовища та соціально-економічні показники розвитку регіону. Сформована роками система порушених відносин у системі довкілля – людина носить взаємозумовлений характер та виступає регулятором популяційного здоров'я горян. Одним із важливих індикаторів змін в екосистемі може бути гігієнічна характеристика регіону. «Здоров'я» екосистеми та здоров'я місцевих жителів – дві взаємопов'язані сторони реального буття. Коеволюція техносфери та біосфери – нагальна вимога часу, що може стати важливою передумовою сталого розвитку гірського регіону, зокрема гармонійного розвитку відносин його соціального та природного компонентів [404].

3.7. Загальна оцінка екологічного стану та екологічних викликів в районі досліджень

Від екологічного стану Покутсько-Буковинських Карпат значною мірою залежить здоров'я людей, соціальний та економічний стан регіону. У результаті зливових процесів, господарської діяльності (засмічення та захаращення русел річок, каналів, кюветів, вирубки лісів, ін.) відбувається ерозія берегів річок, замулення водних об'єктів, що викликає підтоплення та перезволоження територій, пошкодження інженерних інфраструктур і комунікацій, погіршується екологічний та гідрологічний стан водотоків. Наслідком екологічно небезпечної господарської діяльності населення Покутсько-Буковинських Карпат є забудовування в межах водоохоронних зон, забруднення поверхневих стоків, які потрапляють у русла річок, залишковими, незасвоєними сільськогосподарськими рослинами мінеральними добривами тощо.

Недосконала технологія та техніка лісозаготівлі призвели до низки екологічних наслідків, зокрема: зросла середня глибина (> 5%), площа

пошкоджень поверхні та об'єму знятого і змитого ґрунту, збільшилася поверхня стоку (> 50%), більш ніж у 30 разів збільшилася каламутність води, зросли площі знищеного підросту, зросла тривалість природного відновлення. Порушення екологічного балансу через вирубування лісів і заростів ялівцю в криволіссі призвело до зникнення численних видів рослин та тварин, а також до поширення таких геоморфологічних процесів: площинний змив ґрунтів, зливних потоків, зсувів, повеней та ін. [400].

Заселені гірські території через соціально-економічну діяльність створюють значні екологічні проблеми. В більшості випадків території гірських населених пунктів не забезпечені газопостачанням, що тягне за собою використання значної кількості дров для побутових цілей. У сільських населених пунктах відсутня інфраструктура збирання сміття, що є причиною забруднення гірських рік та потоків. До побутових відходів, які скидають у водостоки, добавляється значна кількість деревних: тирса та ошурки від приватних пилорам, кількість яких зросла за останні роки в 5-6 разів. Господарська діяльність населення, відсутність економічної діяльності з раціональним (екологічно безпечним) використанням ресурсів та інші згубні дії негативно впливають на екосистеми. Безробіття та поглиблення соціальної кризи в сільських гірських районах служить поштовхом до безконтрольного використання природних ресурсів. Через інтенсивний випас худоби значних збитків зазнає пояс верхньої межі лісу, що відіграє важливу природоохоронну функцію [413].

Проведений нами аналіз засвідчив, що на вододільних полонинах довкола території НПП «Вижницький» зосереджено більше десятка невеликих ферм та стійл великої рогатої худоби, коней, овець та кіз (Додатки Ф та Ц). Дані поголів'я та об'єми тваринницьких відходів в розрахунку на стійловий період (120-150 днів) наведено в таблиці 3.20.

Таблиця 3.20 - Відходи тваринництва, що нагромаджуються за стійловий період в зоні традиційного господарювання прилеглий до НПП «Вижницький»

Полонинні господарства та стійла тварин	К-ть одиниць	Чисельність поголів'я	Тривалість стійлового періоду	Об'єм відходів в розрахунку на одну голову, кг/день	Загальна кількість відходів, в тонах	Вміст сполук нітрогену, в тонах (3,2 % від загальної к-ті відходів)
великої рогатої худоби	4	210	120	35	903,0	28,9
коней	6	92	120	20	220,8	7,1
овець	2	200	150	3	9,0	0,29
овець+кіз	4	280	150	3	9,0	0,29
РАЗОМ	16	782	120- 150	61	1141,8	36,9

Розрахунки об'єму відходів та вмісту сполук загального нітрогену, що попадають в ґрунти та поверхневі води, проведено відповідно до даних представлених в наукових працях В.А. Бурлака, О.В. Тертичної та ін. [329, 330]. Отримані результати свідчать, що разом із поверхневими водами в річкову мережу заповідного об'єкту щорічно може надходити більше 3-х десятків тон сполук нітрогену у формі нітратів та нітритів і тим самим спричиняти органічне бактеріальне забруднення водотоків.

Саме тому, монтування біореакторних систем очистки поверхневих вод на основі волокнистого носія «ВІЯ» є перспективним і малозатратним способом покращення екологічного стану річкової мережі верхньої частини басейну Дунаю.

Незважаючи на те, що природо-заповідні території Карпат відіграють вагомий роль у збереженні біологічного та ландшафтного різноманіття, їхні площі є недостатніми, а природоохоронні режими є надто «м'якими». Значні території об'єктів ПЗФ не вилучені із користування, в більшості випадків межі цих об'єктів не винесені в натуру, що є останнім часом причиною частих

земельних суперечок між адміністраціями ПЗО та органами місцевого самоврядування. Значний відсоток територій ПЗФ складають ландшафтні регіональні парки, в яких відсутній адмінперсонал і відповідно належний догляд та охорона [403].

Відсутність організованих та обладнаних туристичних маршрутів за досить інтенсивного туристичного навантаження служить причиною не тільки засмічення територій, але й призводить до додаткового винищення рідкісних видів рослин і тварин. Досить характерним для гірської зони є браконьєрство на дичину та рибу (особливо форель). Зростає кількість мисливців, існує фальсифікація даних обліку дичини, і, як наслідок, – поява конкуренції між мисливцями та хижакими. З іншого боку, зменшення природних об'єктів полювання в окремих випадках призводить до нападів хижаків на худобу, через що з'являється конфронтація останніх із фермерами-господарями.

У таблиці 3.21 структуризовані основні загрози порушення екологічної безпеки та їхні наслідки для Покутсько-Буковинських Карпат.

Таблиця 3.21 – Основні загрози порушення екологічної безпеки та їхні наслідки для Покутсько-Буковинських Карпат

№ п/п	Найменування ризиків та викликів	Наслідки
1	2	3
1.	Суцільні рубки лісу	<ul style="list-style-type: none"> • руйнація гідрологічної сітки схилів • ерозія схилів та зсуви • зростання частоти паводків • забруднення водотоків рештками лісозаготівлі • збіднення видового складу рослинного і тваринного світу • зменшення поверхні стоку газів
2.	Фізико-механічне забруднення водотоків відходами деревини та побутовими скидами	<ul style="list-style-type: none"> • штучні перепони на ріках • активізація процесів гниття • погіршення органолептичних показників води

продовження таблиці 3.21

1	2	3
3.	Хімічне забруднення водотоків стоками з полів, полонин та тваринницьких ферм	<ul style="list-style-type: none"> • зменшення вмісту кисню у воді • погіршення санітарно-гігієнічних показників води
4.	Непродумане будівництво мініГЕСів	<ul style="list-style-type: none"> • створення штучних бар'єрів для міграції водних організмів • зменшення біорізноманіття та порушення ландшафту • зниження рівня ґрунтових вод
5.	Вибір гравію та піску в руслах рік	<ul style="list-style-type: none"> • зміна руслових процесів • зниження рівня ґрунтових вод • порушення цілісності водної екосистеми
6.	Недостатній розвиток сфери соціальних та медичних послуг	<ul style="list-style-type: none"> • надмірне використання природних ресурсів • знищення гірських екосистем • ріст захворюваності населення

У процесі порушення стійкості гірських лісових екосистем господарство зазнає вагомих збитків, порушується ландшафтне та біологічне різноманіття. Основними загрозами для лісових екосистем регіону є: випалювання сухої рослинності у весняний період, порушення технології заготівлі та трелювання деревини, всихання смерекових лісів у гірських районах, самовільні рубки. Значної шкоди генофонду біологічних видів завдає хімічне (кислі дощі), фізичне (промислові викиди), шумове та електромагнітне забруднення природного середовища, хімічне забруднення водних артерій стоками промисловими, побутовими та з сільськогосподарських ферм. Перешкодою для природного розселення видів флори й фауни є розгалужена мережа доріг різного призначення, надмірна розораність в окремих районах. Проведені нами дослідження показали, що антропогенна діяльність породила низку викликів для гірських екосистем Східних Карпат, що перевищують на сьогоднішній день господарську ємність біосфери та потребують розробки спеціальних інженерно-технічних та управлінських рішень.

3.8. Висновки до розділу 3

1. Якість води у річковій мережі територій із традиційним веденням господарства за санітарно-гігієнічними показниками поступається якості води, відібраної із водотоків заповідної та господарської зон природоохоронного об'єкта.

2. Порівняльний аналіз стану атмосферного повітря в районах антропогенних ландшафтів різного природоохоронного статусу показав, що господарська зона заповідного об'єкта (НПП) достовірно переважає за вмістом легких негативних аероіонів зону традиційного господарювання за межами територій природно-заповідного фонду, що можна пояснити рівнем антропогенного впливу на стан атмосферного повітря гірських лісових екосистем.

3. Досліджені фотосинтетичні показники (співвідношення різних форм хлорофілів, активність реакції Хілла та ін.) можна рекомендувати до використання як індикатори екологічного та санітарного стану навколишнього середовища та його екологічної безпеки.

4. Оцінка атмосферних опадів є невід'ємною складовою управління екологічною безпекою гірських територій. Ми показали, що значення рН атмосферних опадів може бути критерієм оцінки екологічної безпеки територій, що піддаються впливу техногенно змінених атмосферних опадів.

5. Результати представлених досліджень екологічного стану компонентів екосистем Покутсько-Буковинських Карпат вказують на можливість використання територій заповідних об'єктів як еталона для проведення моніторингових спостережень за станом компонентів екосистем та рівнем екологічної безпеки в гірському регіоні.

6. Питання постійного контролю за якістю навколишнього середовища (насамперед санітарно-гігієнічними показниками води, повітря та ґрунту) є

одним з основних у гарантуванні екологічної безпеки та сталого розвитку гірських територій.

Основні результати дисертаційної роботи відображенні в 3 розділі, освітлені в публікаціях [331-348].

РОЗДІЛ 4.

СИСТЕМА НАУКОВИХ ТА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОКУТСЬКО- БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ

4.1 Утилізація відходів перероблення деревини шляхом створення паливних гранул та брикетів з метою мінімізації екологічної небезпеки для ґрунтового покриву та поверхневих вод

Гранулювання відходів перероблення деревини із використанням сульфатного мила як зв'язуючого можливе 2 методами.

1. Створення гранул чи брикетів під дією підвищених тисків в процесі пресування, що супроводжується підвищенням температури, зумовленої тертям, внаслідок чого із деревних відходів вивільняється лігнін у вільний простір гранул (брикетів), який і служить зв'язуючим компонентом. Такий метод створення гранули або брикету умовно назвемо методом високого тиску.

2. Використання як зв'язуючого компоненту лігніну, який утворюється як відхід у технології виробництва паперу. Реалізація такого процесу здійснюється за низьких тисків. Умовно назвемо це методом низького тиску.

Кожний із методів має свої переваги і недоліки. Позитивними сторонами першого методу є велика густина гранули чи брикету, яка досягається в результаті значного ущільнення сировини. До недоліків слід віднести високу енергозатратність методу, внаслідок необхідності створювати високі тиски.

На противагу першому методу енергетичні затрати другого методу є значно меншими, оскільки процес проходить за низьких тисків. Однак це призводить до невеликої густини отримуваних гранул.

На нашу думку, більш перспективним є використання комбінованого методу виготовлення гранул, коли за умови досягнення тиску (значно меншого, ніж потрібно за першим методом), достатнього для ущільнення гранули чи брикету, в

склад композиції вносити б невелику кількість лігніну (значно меншу, ніж за другим методом), достатню для заповнення вільного об'єму. Для формування гранули чи брикету необхідно здійснити низку операцій, відображених у вигляді блок-схеми технології на рис. 4.1. (у першому методі немає другої та четвертої стадій, у другому та третьому є всі).



Рисунок 4.1 – Блок-схема технології отримання паливних гранул та брикетів із відходів перероблення деревини.

Метою дисертаційного дослідження було дослідження всіх стадій процесу та встановлення оптимальних режимних параметрів їхньої реалізації, критичної вологості відходів, необхідної для успішної реалізації стадії формування гранул, складу композиції, який дозволить успішно реалізувати технологію виробництва гранул за другим та третім методами.

4.1.1. Дослідження кінетики сушіння відходів лісового господарства.

Традиційно відходи деревини зберігаються під відкритим небом, в результаті чого їхня вологість може досягати понад 70% у розрахунку на суху масу. Така висока вологість на практиці є перешкодою для виготовлення гранул у зв'язку із низькою теплотворною здатністю та неможливістю забезпечення міцності гранул. Тому для використання як сировини відходів деревини їх необхідно піддавати висушуванню до зниження вологості нижче 10% у розрахунку на суху масу. Ще одним

позитивним фактором висушування сировини є покращення експлуатаційних характеристик металевих елементів печі, внаслідок зменшення їх корозії [370].

До таких залишків належать гілки, кора, тирса, необрізна дошка різного розміру, тому перед сушінням їх подрібнюють до розміру тирси. Це дозволяє зменшити час сушіння, забезпечує рівномірний розподіл вологи та полегшує пресування гранул із покращеними механічними властивостями. Однак використовувати, зберігати або транспортувати деревні відходи у вигляді тирси незручно, тому їх доцільно гранулювати. Цей процес полягає в ущільненні окремих частинок тирси із наступним їх деформуванням з метою збільшення поверхні зчеплення між частинками. За таких умов у гранулі концентрується максимальна кількість деревної речовини, що суттєво підвищує її корисні властивості, зокрема теплотворні. Завдяки цьому також зменшується об'єм для транспортування гранул та їх зберігання, а також полегшується дозування перед спалюванням. Ми запропонували проводити процес сушіння відходів деревини в нерухомому шарі.

4.1.1.1. Вплив висоти шару відходів лісового господарства на процес сушіння. Маючи на меті досягнення оптимальної організації технологічного процесу сушіння, виникає необхідність дослідження впливу швидкості теплового агента, його температури, товщини шару на процес сушіння відходів деревини. Ми провели експериментальні дослідження процесу сушіння відходів лісового господарства за різних висот матеріалу. Дослідження відбувалися на установці, зображеній на рис. 2.3., згідно з методикою, описаною в другому розділі. Результати експериментальних досліджень впливу висоти шару на кінетику сушіння деревних відходів зображені на рис. 4.2. Зміна вологості відходів лісового господарства визначалася ваговим методом.

Із наведених вище теоретичних обґрунтувань та експериментальних даних рис. 4.2 випливає, що збільшення висоти шару вологого матеріалу призводить до зростання тривалості висушування. Якщо вологий матеріал

висотою $10 \cdot 10^{-3}$ м досягає кінцевої вологості за 4200 с, то шар висотою $40 \cdot 10^{-3}$ м – за 9400 с. Причиною цього є дифузія води із нижніх шарів матеріалу до поверхні, а також збільшення кількості води за умови зростання висоти вологого матеріалу [371].

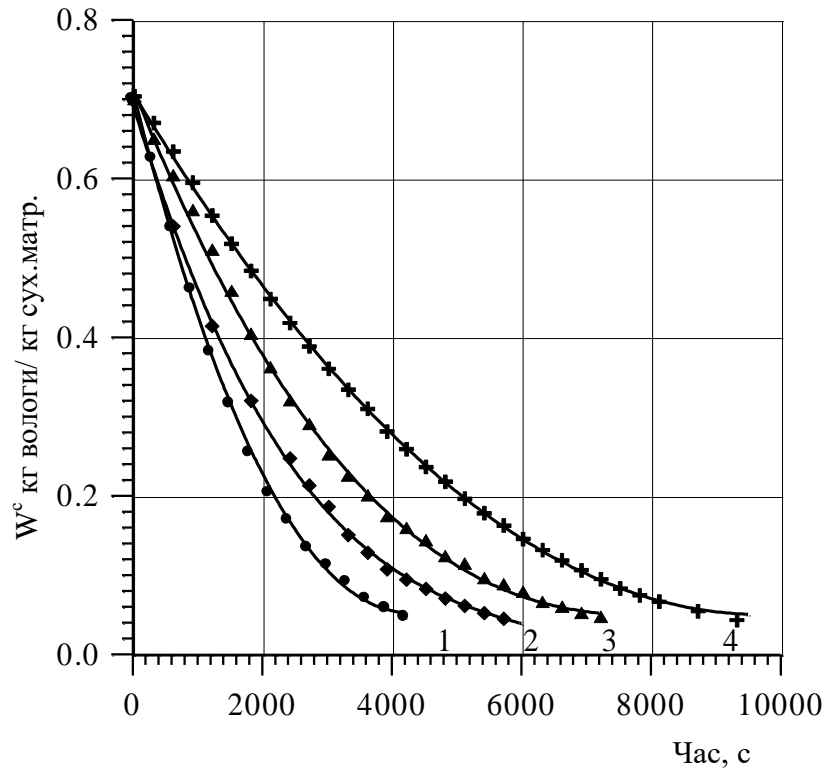


Рисунок 4.2 - Кінетика сушіння тирси: $T=100^{\circ}\text{C}$, $x_0=4,2 \frac{\text{M}}{\text{C}}$: 1 – $10 \cdot 10^{-3}$ м, 2 – $20 \cdot 10^{-3}$ м, 3, – $30 \cdot 10^{-3}$ м, 4 – $40 \cdot 10^{-3}$ м.

Для першого етапу висушування характерним є різке зменшення вологості матеріалу, причому відмінності у швидкості висушування різних за товщиною шарів є незначними. Це викликано тим, що в першому періоді висушування випаровування води здійснюється із поверхневих шарів і лімітується факторами зовнішньої дифузії та характеристиками теплоносія, зокрема температурою теплоносія та швидкістю обдування матеріалу. В другому періоді відбувається видалення води із глибших шарів матеріалу і спостерігаються значні відмінності у зміні вологості різних за товщиною шарів. Для цього періоду швидкість висушування падає та лімітується молекулярною дифузією і вологопровідністю шару. У зв'язку із тим, що перший період тривалий, інтенсифікувати процес

сушіння можна за рахунок збільшення швидкості руху теплового агента або його температури.

Зі збільшенням швидкості руху зростає коефіцієнт тепловіддачі, зменшується дифузійний опір, але натомість збільшується винесення вологого матеріалу із зони сушіння. Це своєю чергою збільшує навантаження на очисну систему, а також викликає необхідність повторного сушіння винесених частинок. Тому ми підібрали оптимальну швидкість агента, який забезпечував високі показники процесу сушіння із мінімальними втратами вологого матеріалу. Досліди показали, що найкращою в наших експериментах є швидкість 4,2 м/с, за якої втрати не перевищують 3,5% [370].

Для визначення критичної вологості, згідно із методикою, наведеною у [349, 350], її залежності від параметрів (висота вологого матеріалу), а також тривалості сушіння в першому періоді, експериментальні результати (рис. 4.2) представимо у вигляді рівняння (4.1):

$$\lg(w - w_p) = f(\tau), \quad (4.1),$$

де W – поточне значення вологості, %; W_p – рівноважне значення вологості, %; τ – тривалість сушіння, с.

Як видно із рис. 4.3, експериментальні точки можна узагальнити прямими лініями, а точка їхнього перетину буде відповідати критичній вологості. В такому випадку критичну вологість матеріалу можна розрахувати за рівнянням (4.2) [349, 350]:

$$W_{кр} = 10^x + W_p, \quad (4.2),$$

де « x » – ордината точки перетину двох прямих, що відповідає критичній вологості.

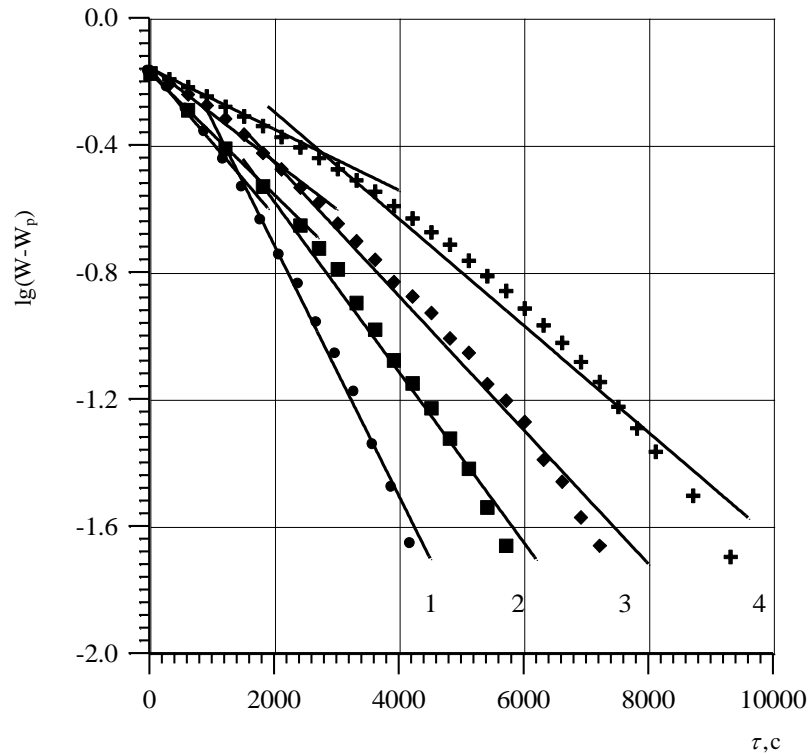


Рисунок 4.3 – Графічний метод визначення критичної вологості та часу її досягнення для шарів різної висоти $T=100^{\circ}\text{C}$, $x_0=4,2 \text{ М/с}$: 1 – $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, 2 – $20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, 3 – $30 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, 4 – $40 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Таблиця 4.1 – Визначення критичної вологості для різних висот шару відходів

Н, м	$W_{кр}$, кг.вологи/кг.сухого матеріалу	$\Phi_{кр}$, с
$10 \cdot 10^{-3}$	0,34	1400
$20 \cdot 10^{-3}$	0,36	1600
$30 \cdot 10^{-3}$	0,38	2000
$40 \cdot 10^{-3}$	0,4	3600

Як відомо [351, 352], критична вологість залежить від висоти матеріалу; зі збільшенням висоти шару критична вологість буде зростати. З рисунку 4.3 видно, що для висоти $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – $x=-0,51$; для $20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – $x=-0,48$; для $30 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – $x=-0,46$ та для $40 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – $x=-0,43$. Для умов експерименту рівноважна вологість дорівнювала $W_p=3\%$.

оді за рівнянням (4.2) визначаємо критичну вологість:

$$W_{кр} = 10^{-0,51} + W_p \text{ для шару з висотою } 10 \cdot 10^{-3} \text{ м;}$$

$$W_{кр} = 10^{-0,48} + W_p \text{ для шару з висотою } 20 \cdot 10^{-3} \text{ м;}$$

$$W_{кр} = 10^{-0,46} + W_p \text{ для шару з висотою } 30 \cdot 10^{-3} \text{ м;}$$

$$W_{кр} = 10^{-0,43} + W_p \text{ для шару з висотою } 40 \cdot 10^{-3} \text{ м;}$$

Визначені із рис. 4.2 значення критичної вологості дорівнюють:

$$\text{для висоти } 10 \cdot 10^{-3} \text{ м} - W_{кр} = 0,34 \frac{\text{кг.вологи}}{\text{кг.сух.матеріалу}};$$

$$\text{для висоти } 20 \cdot 10^{-3} \text{ м} - W_{кр} = 0,36 \frac{\text{кг.вологи}}{\text{кг.сух.матеріалу}};$$

$$\text{для висоти } 30 \cdot 10^{-3} \text{ м} - W_{кр} = 0,38 \frac{\text{кг.вологи}}{\text{кг.сух.матеріалу}};$$

$$\text{для висоти } 40 \cdot 10^{-3} \text{ м} - W_{кр} = 0,4 \frac{\text{кг.вологи}}{\text{кг.сух.матеріалу}}.$$

Численні експериментальні дослідження показали, що розбіжність між крайніми точками перетину не перевищує 14%.

Тривалість сушіння матеріалу в першому періоді зі збільшенням висоти зростає. З рис. 4.3 можна визначити час досягнення критичної вологості в залежності від товщини шару відходів деревини. Під час сушіння шару вологого матеріалу висотою $10 \cdot 10^{-3}$ м він становив 1400 с, а під час сушіння шару $20 \cdot 10^{-3}$ м – 1600 с; для $30 \cdot 10^{-3}$ м – 2000 с; для $40 \cdot 10^{-3}$ м – 2600 с. Як видно з наведених результатів, час, за який можна досягти потрібної вологості, зростає. Причиною цього є те, що зі збільшенням висоти вологого матеріалу зростає кількість води, яку необхідно випарувати, та висота шару тирси, крізь яку необхідно дифундувати парам води до зовнішньої поверхні [371].

Швидкість сушіння у першому періоді N визначається як тангенс кута нахилу тієї ділянки кінетичної кривої (рис. 4.3), що відповідає першому періоду, і її можна розрахувати за формулою (4.3):

$$N = \frac{W_0 - W_{кр}}{W_{кр}} \quad (4.3).$$

Як бачимо із графічної залежності (4.3), зі збільшенням висоти швидкість сушіння в першому періоді зменшується. Натомість у другому вона є

величиною змінною (швидкість зменшується з часом). Причиною цього є зменшення кількості вологи, яка є в матеріалі, та зростання шляху дифузії. Для визначення швидкості сушіння в другому періоді використаємо відоме рівняння Ликова [350]:

$$-\frac{dW}{dt} = K \cdot (W - W_p). \quad (4.4)$$

Інтегруючи рівняння (4.4) методом розділення перемінних, отримаємо:

$$\frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = e^{-K(\tau - \tau_{кр})} \quad (4.5)$$

Прологарифмувавши рівняння (4.5), отримаємо:

$$\ln \frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = -K(\tau - \tau_{кр}) \quad (4.6)$$

Це (4.6) є рівняння прямої у відношенні до коефіцієнту швидкості сушіння. Тому представивши результати експериментальних досліджень (рис 4.3) у вигляді $\ln \frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = f(\tau - \tau_{кр})$, за тангенсом кута нахилу прямої можна визначити коефіцієнт швидкості сушіння (рис. 4. 4).

З рис. 4.4 бачимо, що коефіцієнт сушіння K залежить від висоти шару вологого матеріалу.

Інтенсивність сушіння в другому періоді залежить від швидкості сушіння в першому. Причиною цього є те, що технологічні параметри теплового агента залишаються постійними впродовж всього процесу сушіння. Тому залежність $K = f(N)$ прийнято представляти у вигляді: $K = \alpha N$

Запишемо рівняння (4.5) у вигляді:

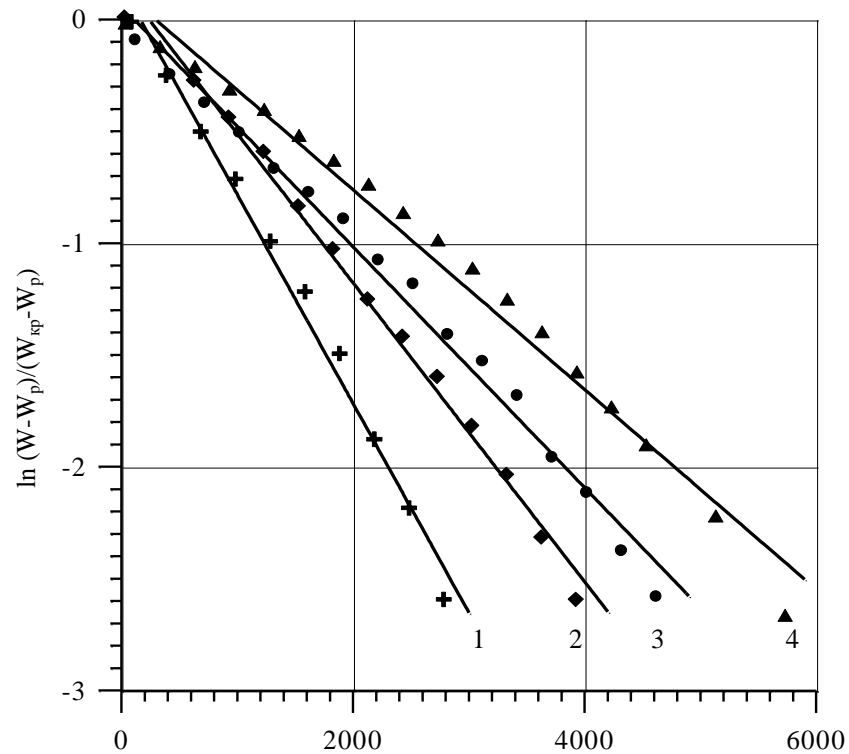


Рисунок 4.4 – Графічний метод визначення коефіцієнту сушіння для шарів вологого матеріалу різної висоти: $T=100^{\circ}\text{C}$, $x_0=4,2 \text{ М/с}$: 1 – $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, 2 – $20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, 3 – $30 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, 4 – $40 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$$\frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p} = e^{-\aleph N(\tau - \tau_{кр})} \quad (4.7).$$

Відомо, що відносний коефіцієнт сушіння \aleph є величиною постійною та залежить від фізико-хімічних властивостей вологого матеріалу [353]. Представимо визначені значення K та N у вигляді функціональної залежності $K = f(N)$, тоді \aleph визначається як тангенс кута нахилу прямої $K = \aleph N$ із рис.4.5.

Отже, для деревних відходів $\aleph = 3,55 \frac{1}{\%}$.

Виходячи з рівняння (4.6) та враховуючи, що $\aleph = 3,55 \frac{1}{\%}$, виведемо залежності для розрахунку зміни вологості деревних відходів в часі. Рівняння, яке описує кінетику сушіння в першому періоді, має вигляд [349, 350]:

$$W = W_0 - N \cdot \tau, \quad (4.8)$$

де $\tau_0 \leq \tau \leq \tau_{кр}$

для другого періоду:

$$W = (W_{кр} - W_p) e^{-3,55N(\tau - \tau_{кр})} \quad (4.9)$$

де $\tau_0 \leq \tau \leq \tau_{кр}$

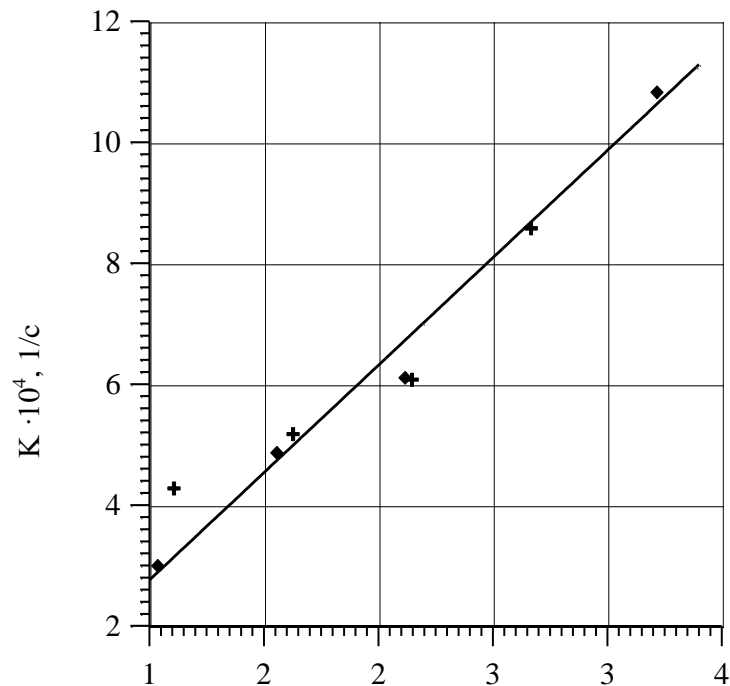


Рисунок 4.5 – Залежність коефіцієнта сушіння K від швидкості сушіння в першому періоді N : $+$ – за умови різної висоти, \blacklozenge – за умови різної температури теплового агента

На рис. 4.6 представлено порівняння розрахункових та експериментальних значень вологості для першого та другого періодів. Відносна похибка для першого не перевищує 8,7 %, для другого – 21,6 %, що є прийнятним для проєктних розрахунків сушильного обладнання та економічної ефективності процесу сушіння.

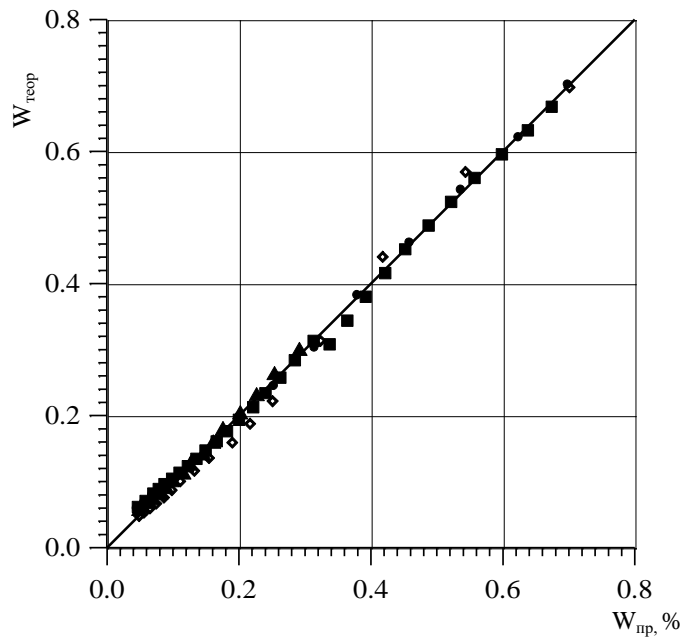


Рисунок 4.6 - Кореляційна залежність між теоретично розрахованими $W_{\text{теор}}$, та отриманими експериментальними значеннями $W_{\text{пр}}$, вологості матеріалу за умов $T=100^{\circ}\text{C}$, $x_0=4,2 \text{ М/с}$, \bullet – $10 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, \blacklozenge – $20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, \blacktriangle – $30 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, \blacksquare – $40 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

4.1.1.2. Вплив температури теплового агента на процес сушіння. На підставі результатів досліджень, описаних в розділі 4.1.1 встановлено, що швидкість сушіння зростає із зменшенням висоти шару. Однак, для експериментального дослідження кінетики цього процесу застосування як модельного шару із дуже малою товщиною ускладнює дослідження і збільшує імовірність похибок. Тому ми обрали його висоту $20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ для проведення експерименту з різними температурами теплового агента.

Результати експериментальних досліджень впливу температури теплового агента на кінетику сушіння деревних відходів зображені на рис. 4.7. Зміну вологості відходів лісового господарства ми визначали ваговим методом.

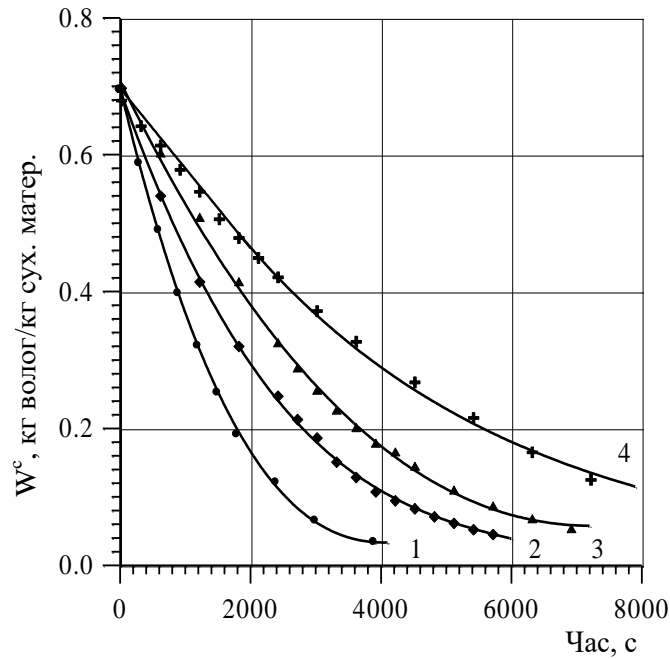


Рисунок 4.7 – Кінетика сушіння тирси: висота шару $H=20 \cdot 10^{-3}$ м , $x_0= 4,2$ М/с :
 1 – $t=135$ °С, 2 – 100 °С, 3– 80 °С, 4 – 60 °С.

Аналіз даних рис. 4.7 дозволяє стверджувати, що збільшення температури призводить до значного зменшення часу висушування. За температури 135 °С зниження вмісту води в матеріалі на 50 % досягається за час < 2000 с, а досягнення кінцевої вологості відбувається за 3900 с. В той же час за температури 60 °С зниження вологості вдвічі досягається за час > 4000 с, а кінцева вологість матеріалу може бути досягнута за час 7200 с. Тому логічним є твердження, що підвищення температури теплоносія скорочуватиме тривалість процесу висушування. Однак зростання температури викликає збільшення втрат тепла в навколишнє середовище, а також може викликати перегрівання верхніх шарів матеріалу [370].

Аналогічно, як і у випадку із рис. 4.2, на рис. 4.7 маємо чітко виражені перший та другий періоди сушіння. Існування першого та другого періодів ставить питання про визначення критичної вологості у матеріалі. Для цього отримані результати (рис. 4.7) представимо у вигляді рівняння 4.1 (рис. 4.8)

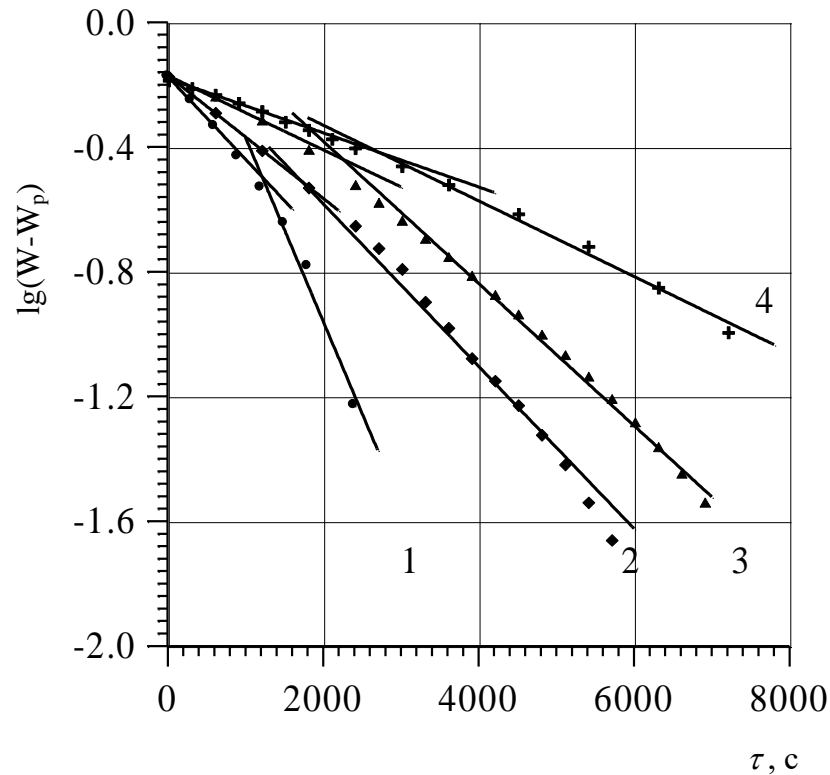


Рисунок 4.8 – Графічний метод визначення критичної вологості та часу її досягнення для шару з висотою $H=20 \cdot 10^{-3}$ м: $x_0=4,2 \text{ М/с}$: 1 – $t=135 \text{ }^\circ\text{C}$, 2 – $100 \text{ }^\circ\text{C}$, 3 – $80 \text{ }^\circ\text{C}$, 4 – $60 \text{ }^\circ\text{C}$

На рис. 4.8 бачимо, що експериментальні точки можна узагальнити прямими лініями, а точка їхнього перетину відповідає критичній вологості (табл.4.2).

Таблиця 4.2 - Розрахунок критичної вологості для різних температур сушіння

Н, м	Т, $^\circ\text{C}$	$W_{\text{кр}}$, $\frac{\text{кг.ВОЛОГИ}}{\text{кг.СУХ.МАТЕРІАЛУ}}$	$\Phi_{\text{кр}}$, с
$20 \cdot 10^{-3}$	135	0,34	1100
$20 \cdot 10^{-3}$	100	0,36	1600
$20 \cdot 10^{-3}$	80	0,39	1900
$20 \cdot 10^{-3}$	60	0,42	2400

Критична вологість залежить від температури теплового агента [349, 350].

З рисунку 4.8 видно, що з підвищенням температури критична вологість буде зменшуватися. Так, для температури $135 \text{ }^\circ\text{C}$ вона становить $x=-0,51$; $100 \text{ }^\circ\text{C}$ – $x=-0,48$; $80 \text{ }^\circ\text{C}$ – $x=-0,44$ та $60 \text{ }^\circ\text{C}$ – $x=-0,41$. Рівноважна вологість для

експерименту дорівнювала $W_p=3\%$. Тоді за рівнянням (4.2) визначаємо критичну вологість:

$$W_{кр} = 0,34 \frac{\text{кг.вологи}}{\text{кг.сух.матеріалу}} \text{ для температури } 135 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$W_{кр} = 0,36 \frac{\text{кг.вологи}}{\text{кг.сух.матеріалу}} \text{ для температури } 100 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$W_{кр} = 0,39 \frac{\text{кг.вологи}}{\text{кг.сух.матеріалу}} \text{ для температури } 80 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$W_{кр} = 0,42 \frac{\text{кг.вологи}}{\text{кг.сух.матеріалу}} \text{ для температури } 60 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Тривалість сушіння матеріалу в першому періоді з підвищенням температури зменшується. З рис. 4.8 можна визначити тривалість процесу. Для режиму сушіння із температурою $135 \text{ }^\circ\text{C}$ він становив 1100 с, а з температурою $100 \text{ }^\circ\text{C}$ – 1600 с, $80 \text{ }^\circ\text{C}$ – 1900 с, $60 \text{ }^\circ\text{C}$ – 2400 с. Як бачимо, час за який можна досягти критичну вологість, зростає. Причиною цього є те, що з підвищенням температури збільшується кількість випаруваної води з поверхні матеріалу. Це своєю чергою інтенсифікує міграцію води до зовнішньої поверхні.

Аналогічно, як і на рис. 4.2, швидкість сушіння у першому періоді N визначається як тангенс кута нахилу тієї ділянки кінетичної кривої (рис. 4.7), що відповідає першому періоду, і яку можна розрахувати за формулою (4.3).

І як бачимо із графічної залежності (рис. 4.7), з підвищенням температури швидкість сушіння в першому періоді збільшується. Для визначення швидкості процесу в другому періоді ми використовували рівняння (4.6) Результати розрахунків відображені на рис. 4.9.

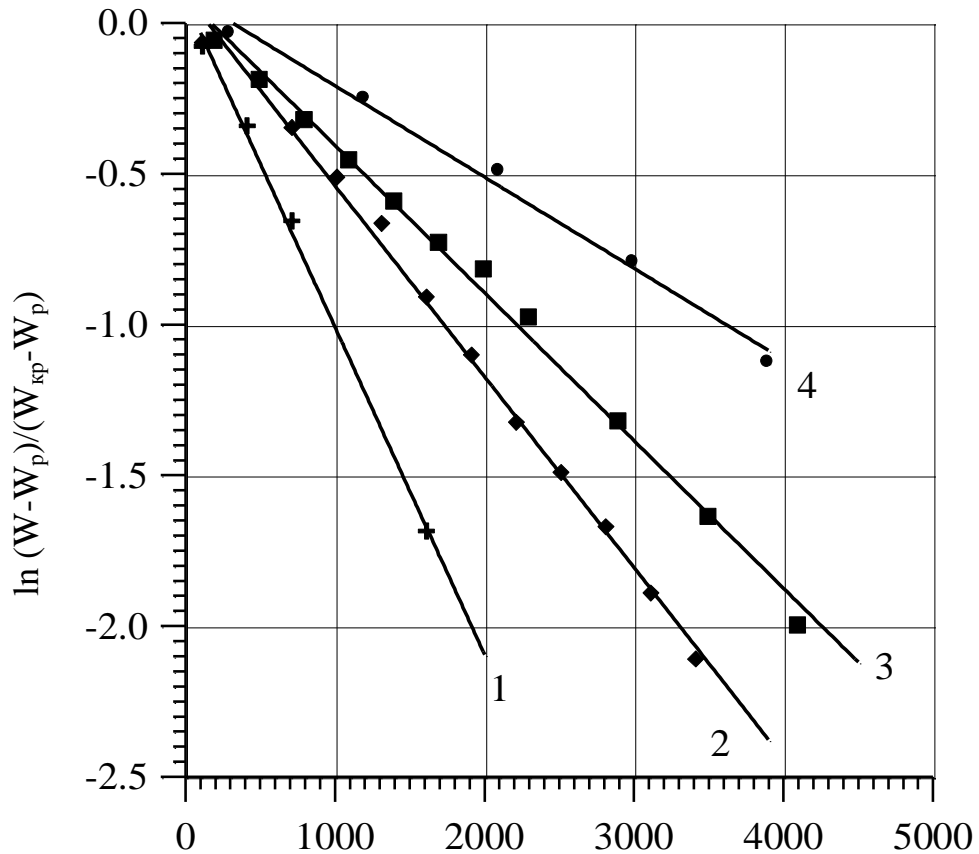


Рисунок 4.9 – Графічний метод визначення коефіцієнту сушіння для шарів вологого матеріалу з висотою $H=20 \cdot 10^{-3}$ м, $x_0=4,2 \text{ М/с}$: $t=135 \text{ }^\circ\text{C}$, 2 – $100 \text{ }^\circ\text{C}$, 3, – $80 \text{ }^\circ\text{C}$, 4 – $60 \text{ }^\circ\text{C}$

Із рис. 4.9 бачимо, що коефіцієнт сушіння K також залежить від температури теплового агента. Причиною цього є інтенсифікація дифузії вологи із нижніх шарів до верхніх.

На рис. 4.10 представлено порівняння розрахункових та експериментальних значень вологості для першого та другого періодів, які можна розрахувати за формулами (4.4) та (4.8). Відносна похибка для першого періоду не перевищує 10,7 %, для другого – 18,6 %, що є прийнятним для проєктних розрахунків сушильного обладнання та економічної ефективності процесу сушіння.

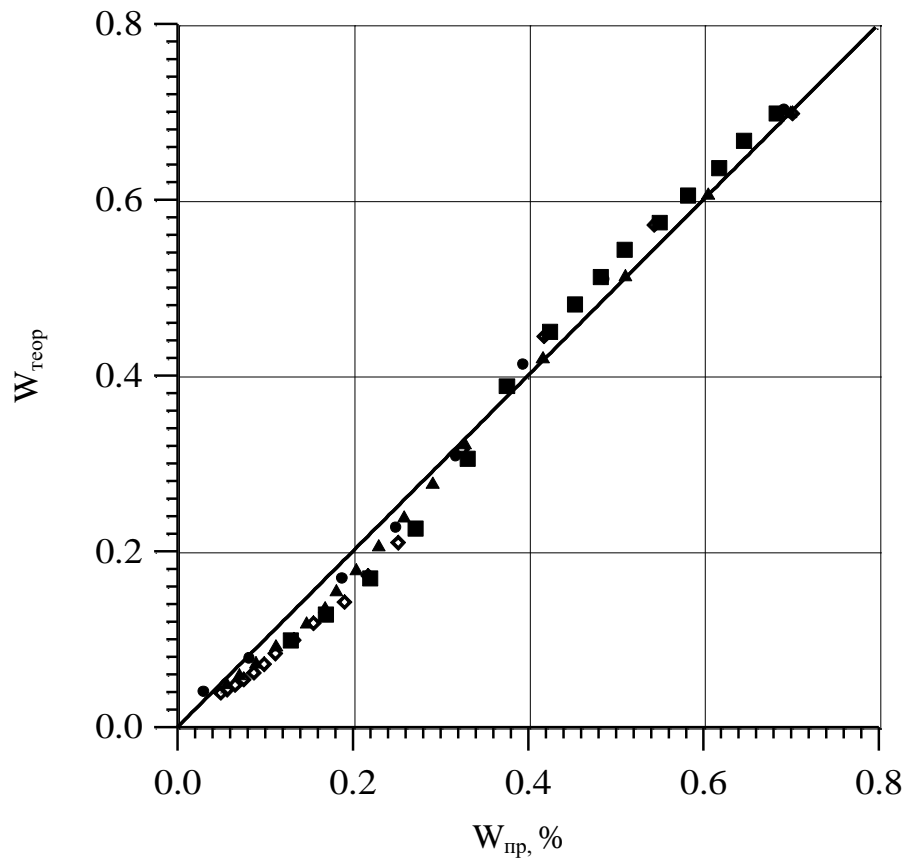


Рисунок 4.10 – Кореляційна залежність між теоретично розрахованими $W_{\text{теор}}$ та отриманими експериментальними значеннями $W_{\text{пр}}$ вологості матеріалу із висотою $20 \cdot 10^{-3}$ м, $x_0=4,2$ М/с : ● – 135 °С, ◆ – 100 °С, ■ – 80 °С, ▲ – 60 °С.

4.1.1.3. Обґрунтування режиму сушіння відходів лісопереробної промисловості (тирси). Залежно від параметрів сушіння (висоти шару, температури), по-різному необхідно організовувати процес у промислових умовах.

Тривалість сушіння в першому періоді визначаємо за рівнянням (4.10):

$$\tau_1 = \frac{1}{N} (W_0 - W_{\text{кр}}) \quad (4.10).$$

У другому періоді час сушіння визначаємо за рівнянням (4.11):

$$\tau_2 = \tau_{кр} - \frac{\ln \frac{W - W_p}{W_{кр} - W_p}}{N\lambda} \quad (4.11).$$

Загальний час сушіння до кінцевої вологості визначаємо за рівнянням (4.12):

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \quad (4.12).$$

З метою вибору оптимальних параметрів процесу ми провели розрахунки енергетичних затрат на процес сушіння. Результати наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вибір параметрів процесу сушіння деревних відходів

H, м	T _{поч} , °C	ρ, кг/м ³	ω ₀ , М/с	M=ρ·ω ₀ ·S	T _{кін} , °C	τ _к , с	Q, кДж	Q _{сух.} , кДж/кг сух. маси x 10 ⁵	Q _{вол.} , кДж/кг ВОЛОГИ x 10 ⁵
Для різних висот матеріалу x 10 ⁵									
0,010	100	0,94	4,2	0,071064	90	4200	3014	1,5	7,73
0,020	100	0,94	4,2	0,071064	90	5700	4091	1,74	7,44
0,030	100	0,94	4,2	0,071064	90	7200	5167	1,78	6,10
0,040	100	0,94	4,2	0,071064	90	9400	6746	1,80	5,51
Для різних температур									
0,020	135	0,94	4,2	0,071064	125	3900	2799	1,10	3,85
0,020	100	0,94	4,2	0,071064	90	5700	4091	1,74	7,44
0,020	80	0,94	4,2	0,071064	70	6800	4880	1,89	8,04
0,020	60	0,94	4,2	0,071064	50	7200	5167	1,94	8,76

$$(C_{пов.}=1,01 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}; S=0,018 \text{ м}^2)$$

4.1.2. Дослідження формування паливних гранул методом екструзії. В основу безперервного методу формування гранул із використанням екструзії покладено принцип роботи, що базується на перетисканні сировини через екструзійну головку, яка виконує роль профільного отвору із подальшою

фіксацією форми виробу. Примусове і безперервне переміщення матеріалу вздовж гвинтової нарізки шнека під час його обертання створює підвищений тиск в екструзійному агрегаті. Внаслідок безперервності процесу екструзія є одним із найпрогресивніших та найперспективніших методів гранулювання, який потребує найменших енерго- та матеріальних витрат і може бути цілком автоматизованим та керуватися за допомогою ЕОМ [413].

Процес екструзії відбувається внаслідок проходження ряду послідовних стадій:

- 1) завантаження вихідного матеріалу та переміщення його за допомогою обертання шнека із заданим нахилом гвинтової нарізки;
- 2) гомогенізація та дозування сировини;
- 3) перетискання через профільний отвір (головку).

Механізм основної стадії екструзійного методу формування гранул можна описати так. Завдяки невисокому тиску відбувається зовнішнє ущільнення матеріалу за рахунок зникнення порожнин між частинками. Надалі зі зростанням тиску виникає молекулярне зчеплення між частинками та зв'язуючою речовиною, внаслідок чого гранула зміцнюється та зберігає задану форму. Завдяки додаванню зв'язуючої речовини тиск зменшується та становить 10 – 50 МПа/м².

Основними показниками, які впливають на якість виготовлених гранул, є вологість сировини та співвідношення тверда маса – зв'язуюче.

Ми досліджували два параметри, які визначають особливості реалізації процесу гранулювання паливних гранул: вологість сировини та співвідношення тверда маса – зв'язуюче.

4.1.2.1. Встановлення оптимальної вологості сировини. Переважно відходи деревини зберігаються під відкритим небом. Це своєю чергою призводить до збільшення вологості в ній. Для наступного використання залишків деревини як сировини для виготовлення гранул, необхідно її висушити до вологості нижче 10 % у розрахунку на суху масу. Використання

вологої сировини (деревних відходів та зв'язуючої речовини, а також паливних додатків) для виготовлення гранул має низку недоліків:

- 1) процес формування гранули із відходів деревини з вологістю понад 10 % у розрахунку на суху масу складний технологічно;
- 2) волога сировина має нижчу теплотворну здатність;
- 3) зменшення кількості вологи, яка випаровується під час горіння, покращує умови експлуатації металічних елементів печі (за рахунок зменшення інтенсивності їх корозії).

Зв'язуючий компонент, який надходить із виробництва, містить у собі вологу, що досягає 35 % у розрахунку на суху масу. Тому необхідно зменшити вологість до 10 % у розрахунку на суху масу для покращення міцності гранули [371].

4.1.2.2. Встановлення оптимального співвідношення тверда маса – зв'язуюче. Для визначення найбільш оптимального гранулометричного складу сировини, яка була б придатною для наступного використання як наповнювач, зі зразків деревних відходів були сформовані гранули. Відтак визначали їхню густину за методикою, описаною у другому розділі. Ми використали її, оскільки формування гранул без використання зв'язуючого компонента передбачає застосування високих тисків, що неможливо досягти на експериментальній установці (рис. 2.5). Результати досліджень наведені на рис. 4.11.

Як основну вихідну речовину за результатами експериментів у цьому випадку ми обрали деревні відходи №2, що зумовлені більшою густиною гранули, яка утворювалася. Це можна пояснити так: що чим більша кількість частинок меншого розміру, то тим краще відбувається процес ущільнення їх між собою, що своєю чергою спричиняє більшу густину гранули.

Отже, за основу для використання як наповнювач було використано деревні відходи №2.

Відтак, згідно з методиками, описаними в другому розділі, (визначення теплотворної здатності, зольності, коксового залишку, вмісту летких компонентів та статичної міцності гранул) проводили експерименти із визначення оптимального співвідношення компонентів.

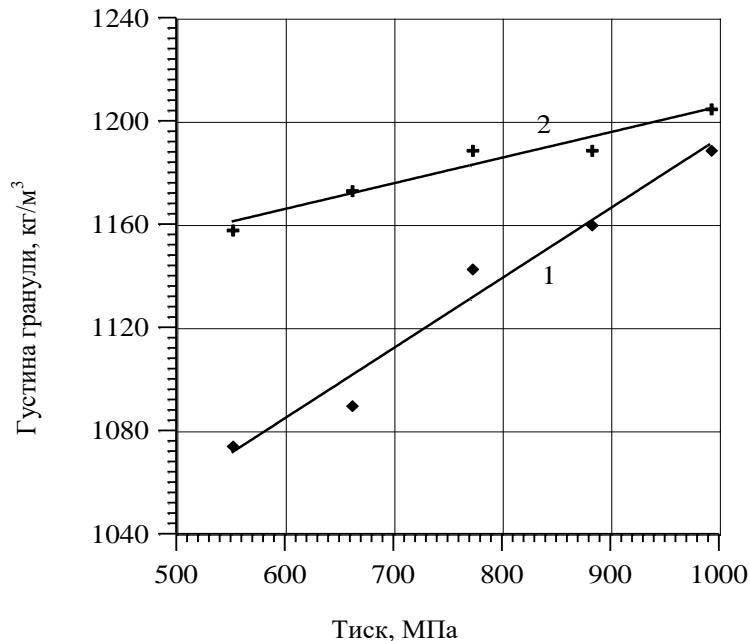


Рисунок 4.11 – Залежність густини гранул із різним гранулометричним складом від тиску: 1 – деревні відходи №1; 2 – деревні відходи №2.

Проводились дослідження з ціллю встановлення концентрації звязуючого, яка б забезпечила максимальну теплотворну здатність гранули. Верхня межа концентрації була встановлена із позиції технологічності формування гранули та її фізичної стійкості. Із цих позицій встановлено, що за концентрації вище 22% звязуючого, не вдається сформувати гранулу із стійкою формою. За результатами експериментів був побудований графік, який наведений на рис.4.12. На рис. 4.13 приведені світлини гранул, отриманих екструзійним методом.

Аналіз результатів, представлених на рис. 4.13, свідчить про те, що основним компонентом, який збільшує теплотворну здатність гранули, є зв'язуючий компонент. Із збільшенням концентрації зв'язуючої речовини в гранулі теплотворна здатність останньої монотонно зростає від 17,9 до 28,9 МДж/кг. Виходячи

із умови забезпечення фізичної стійкості гранул, вибираємо оптимальну концентрацію зв'язуючого в гранулі – 20% від маси гранули.

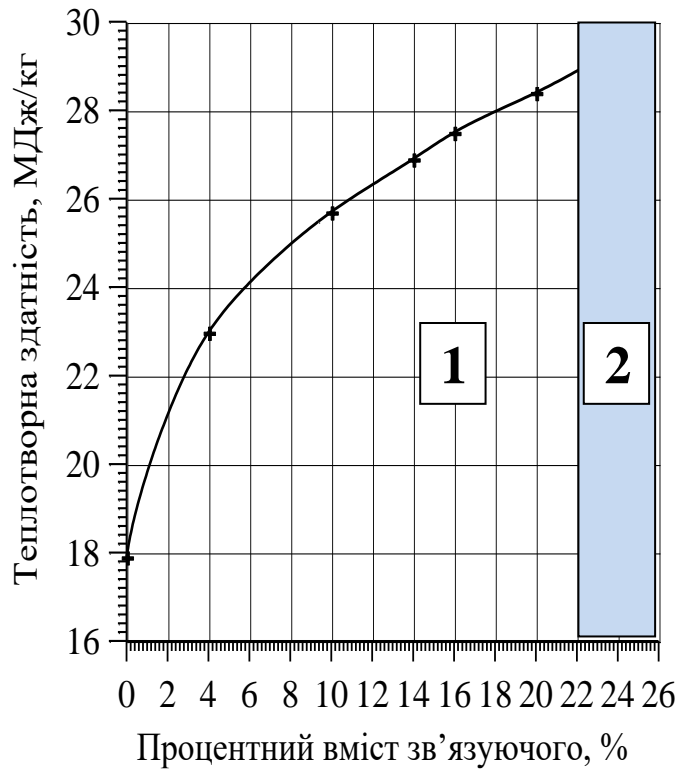


Рисунок 4.12 – Залежність теплотворної здатності гранул від процентного вмісту зв'язуючої речовини (1- зона пластичного формування гранули, 2 – зона технологічного ризику).



Рисунок 4.13 – Вид гранул, отриманих екструзійним методом.

На рис. 4.14 зображені результати експерименту із визначенням зольності гранул. Із рис. 4.14 можна зробити висновок про те, що з додаванням

зв'язуючої речовини зольність зростає. Так, вміст золи у деревних відходах становить 4 %, а зв'язуючого компонента – 12,34 %. Зі зростанням концентрації зв'язуючого компонента збільшується зольність гранули [370].

На рисунках 4.15 та 4.16 подані результати із визначення летких компонентів та коксового залишку в гранулі.

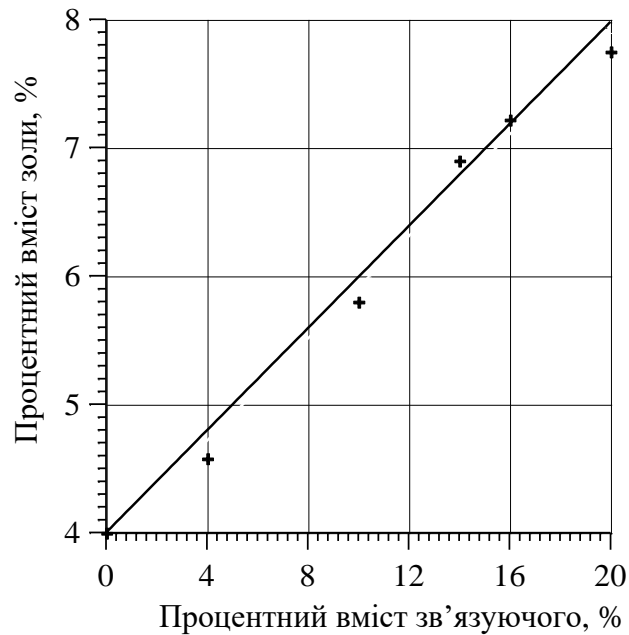


Рисунок 4.14 – Зміна вмісту зольності гранул в залежності від відсоткового вмісту зв'язуючої речовини.

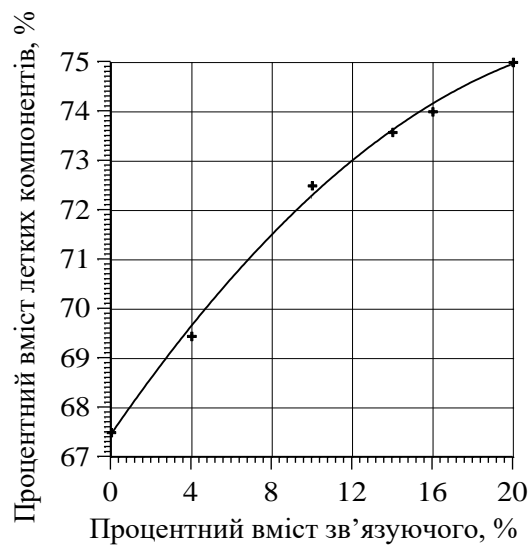


Рисунок 4.15 – Зміна вмісту летких компонентів у залежності від процентного вмісту зв'язуючої речовини.

Відповідно до рис. 4.15, відсотковий вміст летких компонентів зростає із додаванням зв'язуючої речовини. Причиною цього є те, що вона має більшу концентрацію летких компонентів. Тому зі збільшенням її вмісту збільшується кількість летких компонентів у гранулі.

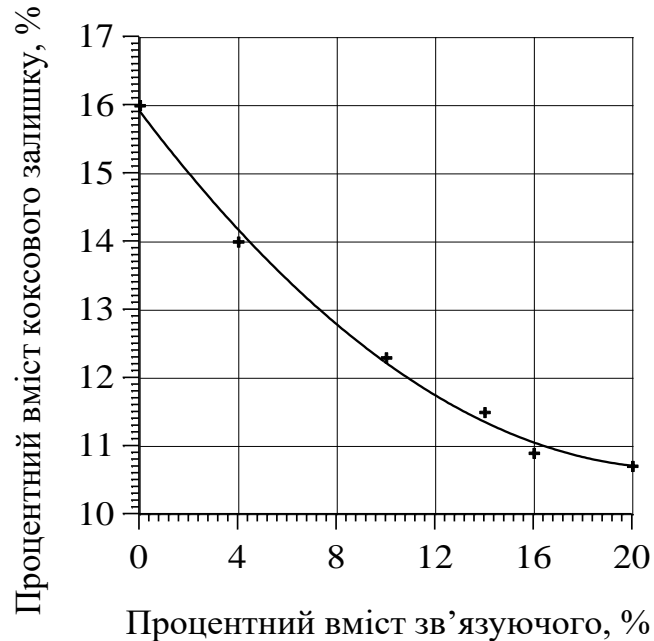


Рисунок 4.16 – Зміна вмісту коксового залишку в залежності від процентного вмісту зв'язуючої речовини.

Рис. 4.16 свідчить про те, що із додаванням зв'язуючого вміст коксового залишку зменшується. Причина цього – краща здатність до коксування деревних відходів суміші у зрівнянні із зв'язуючим.

Таблиця 4.4 - Результати випробувань на статичну міцність

Процентний вміст зв'язуючого компонента в гранулі, %	Тиск, кПа
35	0
30	29
25	39
20	49
16	39
14	29

Також було проведено випробовування гранул на статичну міцність, згідно із методикою, описаною в другому розділі. Результати випробування подані в таблиці 4.4.

Аналіз даних таблиці 4.4 показав, що із збільшенням вмісту у суміші зв'язуючого компонента міцність гранули зростає. Але в той же час зростання вмісту цієї речовини викликає погіршення склеювання деревних частинок між собою, а це призводить, в свою чергу, до зменшення статичної міцності. Отже, за результатами проведених досліджень встановлено, що для екструзійного методу формування гранул оптимальна концентрація зв'язуючої речовини становить 20 %.

Це зумовлено:

1. зниженням коксового залишку;
2. збільшенням вмісту летких компонентів;
3. вищою теплотворною здатністю, якщо порівняти із деревними відходами;
4. збільшенням статичної міцності, якщо порівняти із концентраціями зв'язуючої речовини.

На підставі отриманих результатів можна стверджувати, що:

- у випадку використання зв'язуючого компонента відбувається формування гранул із меншими тисками, що забезпечує певну статичну міцність;
- із додаванням зв'язуючої речовини зростає теплотворна здатність гранули у зрівнянні із гранулою без зв'язуючої речовини;
- зв'язуюча речовина є мастилом, що зменшує сили тертя, а отже, енергетичні затрати на їх подолання.

4.1.3. Дослідження формування паливних брикетів методом пресування. Формування брикетів проводилось за методикою, опис якої наведений у другому розділі. Як і у випадку формування гранул відбиралися деревні відходи із певним гранулометричним складом, густина одержаних брикетів яких була найвищою (див. розд.2.4). До відходів деревини додавали різне відсоткове співвідношення зв'язуючої речовини в межах від 4 до 20 %. За умови

високих концентрацій (більших за 6 %), відбувалося значне видалення зв'язуючої речовини через дренажні отвори, що у деяких випадках приводило до 50 % втрат, що є недопустимим. Тому в наступній серії експериментів було розглянуто менші концентрації (від 4 до 6 %). Ефективність брикетування оцінювали за такими критеріями: максимальна густина, мінімальна втрата маси під час формування, висока статична та динамічна міцність [370].

На рис. 4.17, 4.18 та 4.19 зображені результати експериментів із додаванням 4 %, 5 % та 6 % зв'язуючої речовини та визначенням густини брикету відповідно.

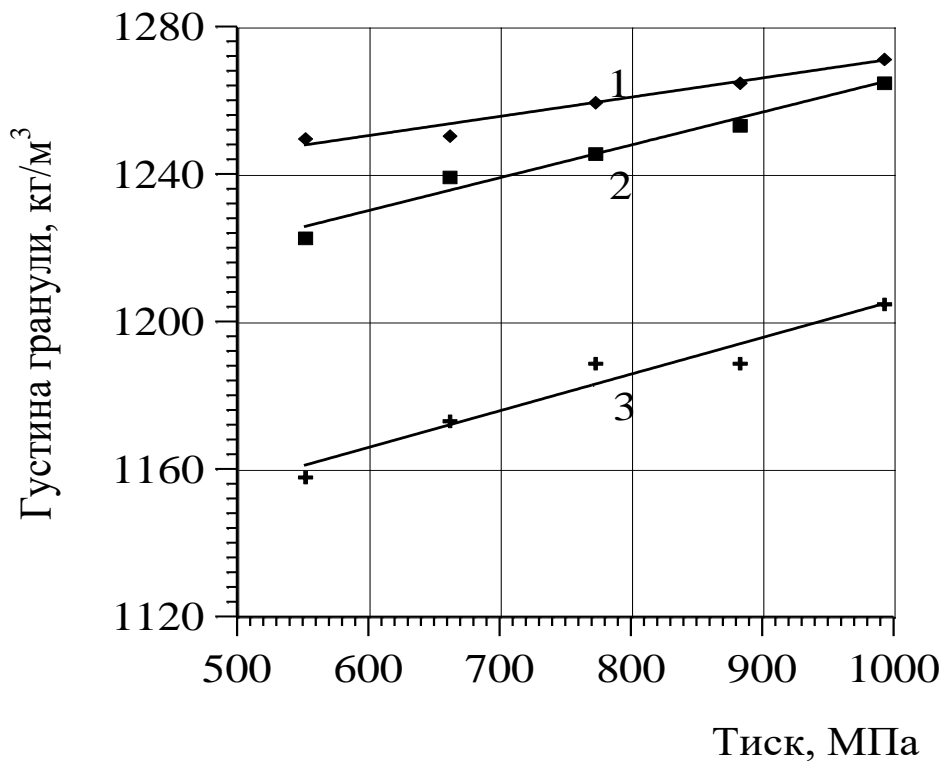


Рисунок 4.17 – Зміна густини брикету за умови додавання 4 % зв'язуючої речовини залежно від тиску: 1 – подача зв'язуючої речовини в центр суміші; 2 – за умови перемішування суміші; 3 – деревні відходи №2.

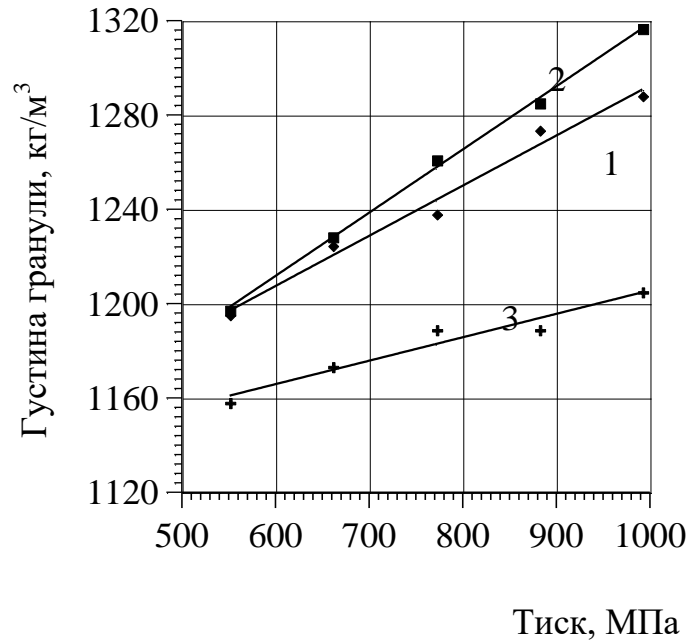


Рисунок 4.18 – Зміна густини брикету за умови додавання 5 % зв'язуючої речовини в залежності від тиску: 1 – подача зв'язуючої речовини в центр суміші; 2 – за умови перемішування суміші; 3 – деревні відходи №2.

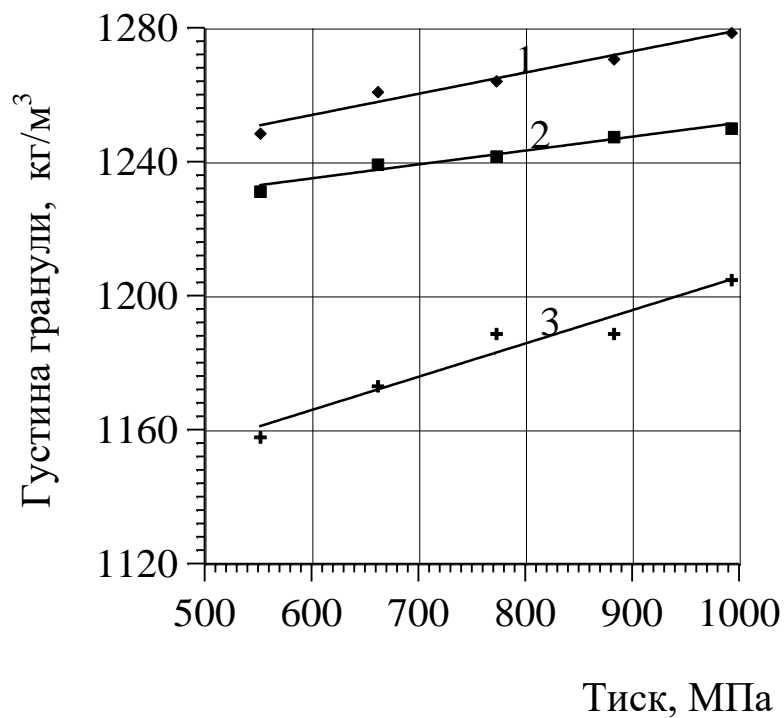


Рисунок 4.19 – Зміна густини брикету за умови додавання 6 % зв'язуючої речовини в залежності від тиску: 1 – подача зв'язуючої речовини в центр суміші; 2 – за умови перемішування суміші; 3 – деревні відходи №2.

В експериментах, де застосовувалась зв'язуюча речовина, зросла густина брикету, як видно із рис. 4.17, 4.18 та 4.19. Це зумовлено кращими склеювальними властивостями, яких надає зв'язуючий компонент, у зрівнянні із брикетами, в яких не було зв'язуючої речовини.

За умови формування брикету із різним відсотковим вмістом зв'язуючої речовини відбувалися втрати прес-маси через дренажний отвір, які ми визначали за допомогою різниці маси суміші до та після формування. Результати зображені на рис. 4.20.

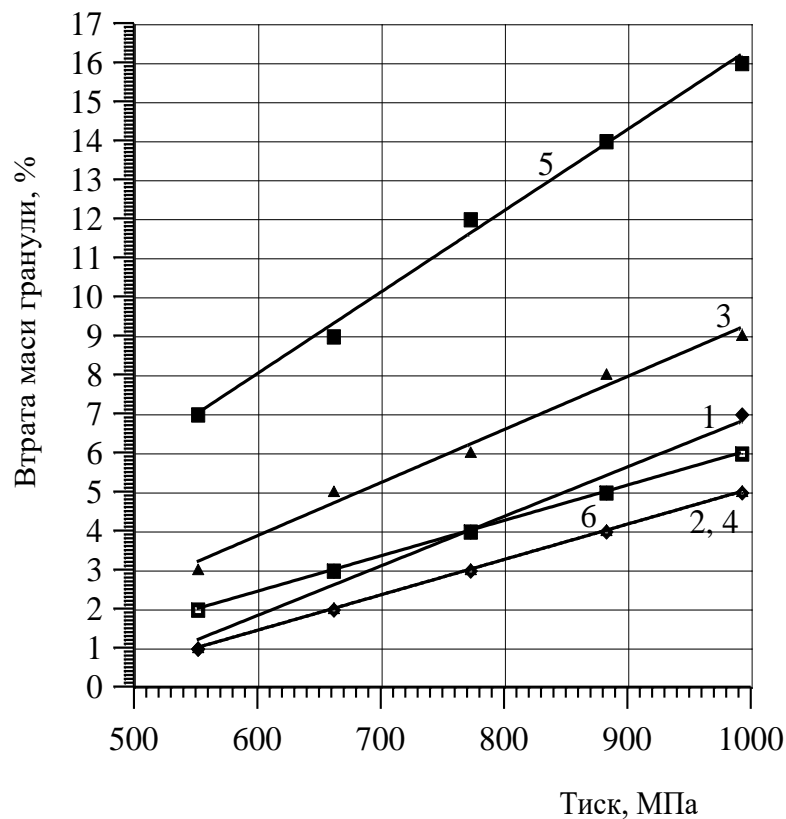


Рисунок 4. 20 – Зміна втрат маси брикету за умови додавання зв'язуючої речовини в залежності від тиску: 1 – подача 4 % зв'язуючої речовини в центр суміші; 2 – перемішування 4 % зв'язуючої речовини з деревними відходами; 3 – подача 5 % зв'язуючої речовини в центр суміші; 4 – перемішування 5 % зв'язуючої речовини з деревними відходами; 5 – подача 6 % зв'язуючої речовини в центр суміші; 6 – перемішування 6 % зв'язуючої речовини з деревними відходами

За результатами експериментів (рис. 4.20) можна зробити висновок: найбільш доцільним методом подачі зв'язуючої речовини є перемішування; завдяки цьому досягається рівномірне розподілення зв'язуючої речовини у всій масі деревних відходів, що своєю чергою зменшує втрати маси під час формування брикету. Також ми провели експерименти із визначення динамічної та статичної міцності брикетів за методикою, описаною в другому розділі. За результатами експериментів побудовані графіки 4.21-4.23.

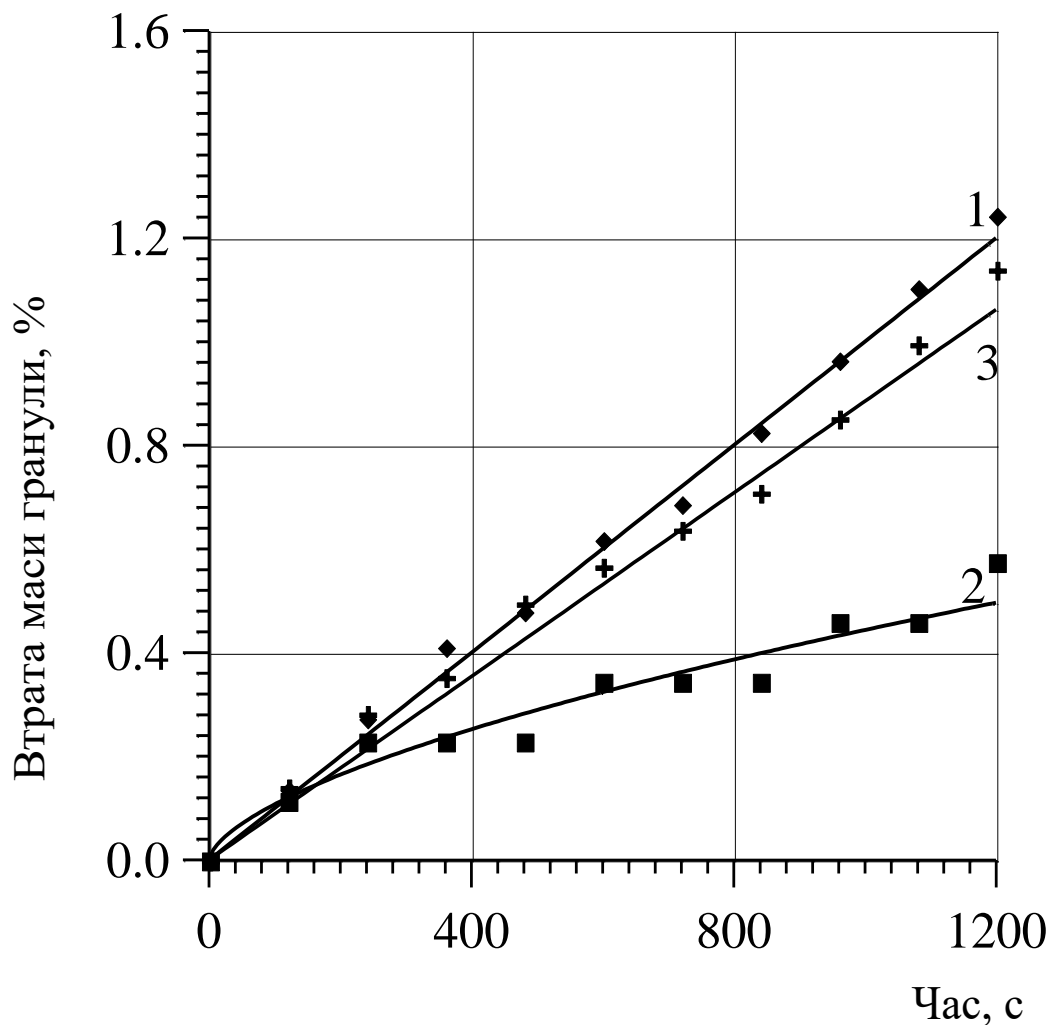


Рисунок 4.21 – Зміна маси брикету за умови додавання 4 % зв'язуючої речовини в залежності від часу проведення експерименту: 1 – подача зв'язуючої речовини в центр суміші; 2 – за умови перемішування суміші; 3 – деревні відходи №2.

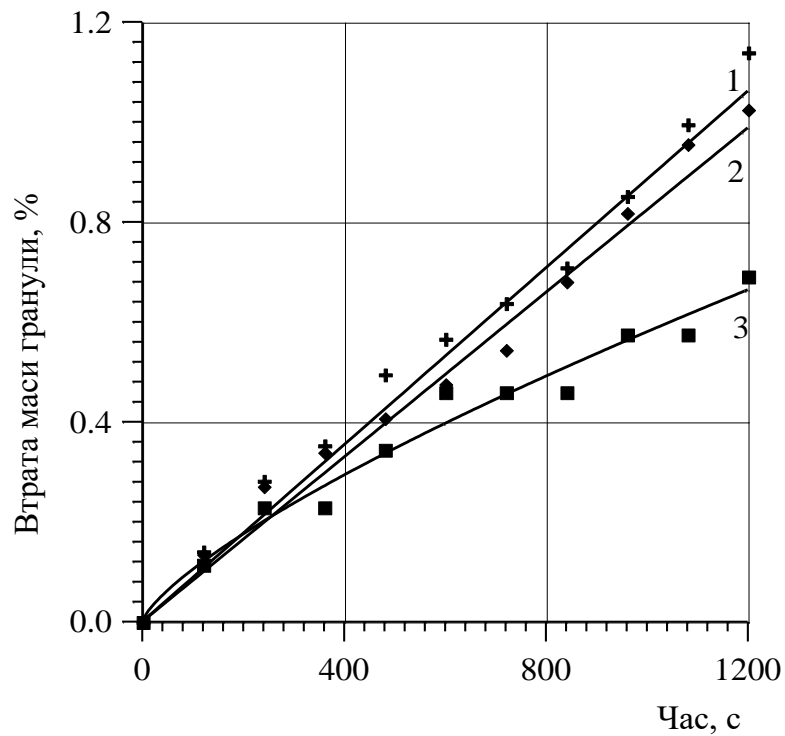


Рисунок 4.22 – Зміна маси брикету за умови додавання 5 % зв'язуючої речовини в залежності від часу проведення експерименту: 1 – деревні відходи №2; 2 – подача зв'язуючої речовини в центр суміші; 3 – за умови перемішування суміші.

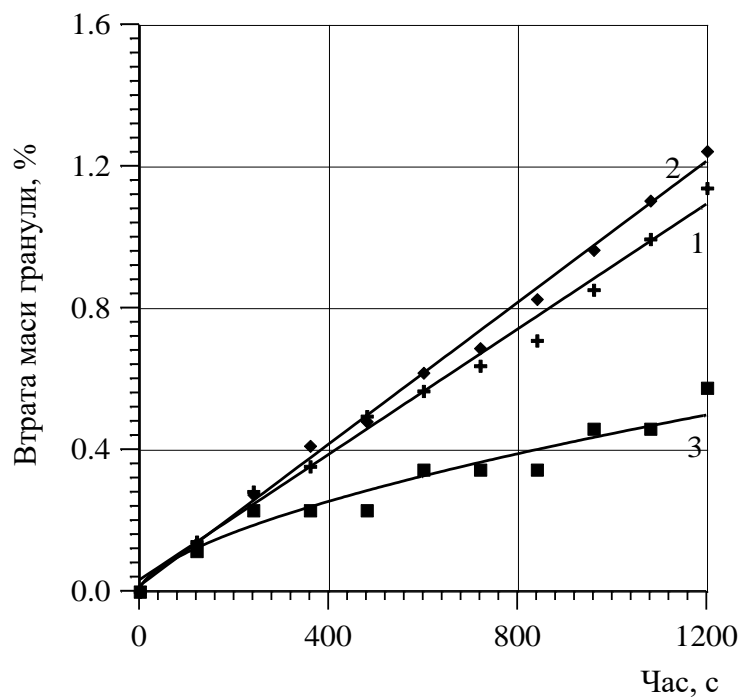


Рисунок 4.23 – Зміна маси брикету за умови додавання 6 % зв'язуючої речовини в залежності від часу проведення експерименту: 1 – деревні відходи №2; 2 – подача зв'язуючої речовини в центр суміші; 3 – за умови перемішування суміші.

Як видно із рис. 4.21, 4.22 та 4.23, динамічна міцність брикету збільшилася у випадку додавання зв'язуючої речовини. Це зумовлено кращим склеюванням частинок деревини між собою, що своєю чергою перешкоджає руйнуванню брикету під час перемішування. І чим вища динамічна міцність брикету, тим менше брикет втратить своєї маси під час транспортування.

На рис. 4.24 та 4.25 зображенні фотографії брикету до та після експерименту з визначенням динамічної міцності.



Рисунок 4.24 – Фото брикету, отриманого методом формування під високим надлишковим тиском, до експерименту з визначенням динамічної міцності



Рисунок 4.25 – Фото брикету, отриманого методом формування під високим надлишковим тиском, після експерименту з визначенням динамічної міцності

Представлені фотографії (рис. 4.24 та 4.25) свідчать про те, що під час експерименту із визначення динамічної міцності суттєвої зміни форми та розміру брикету не відбувається.

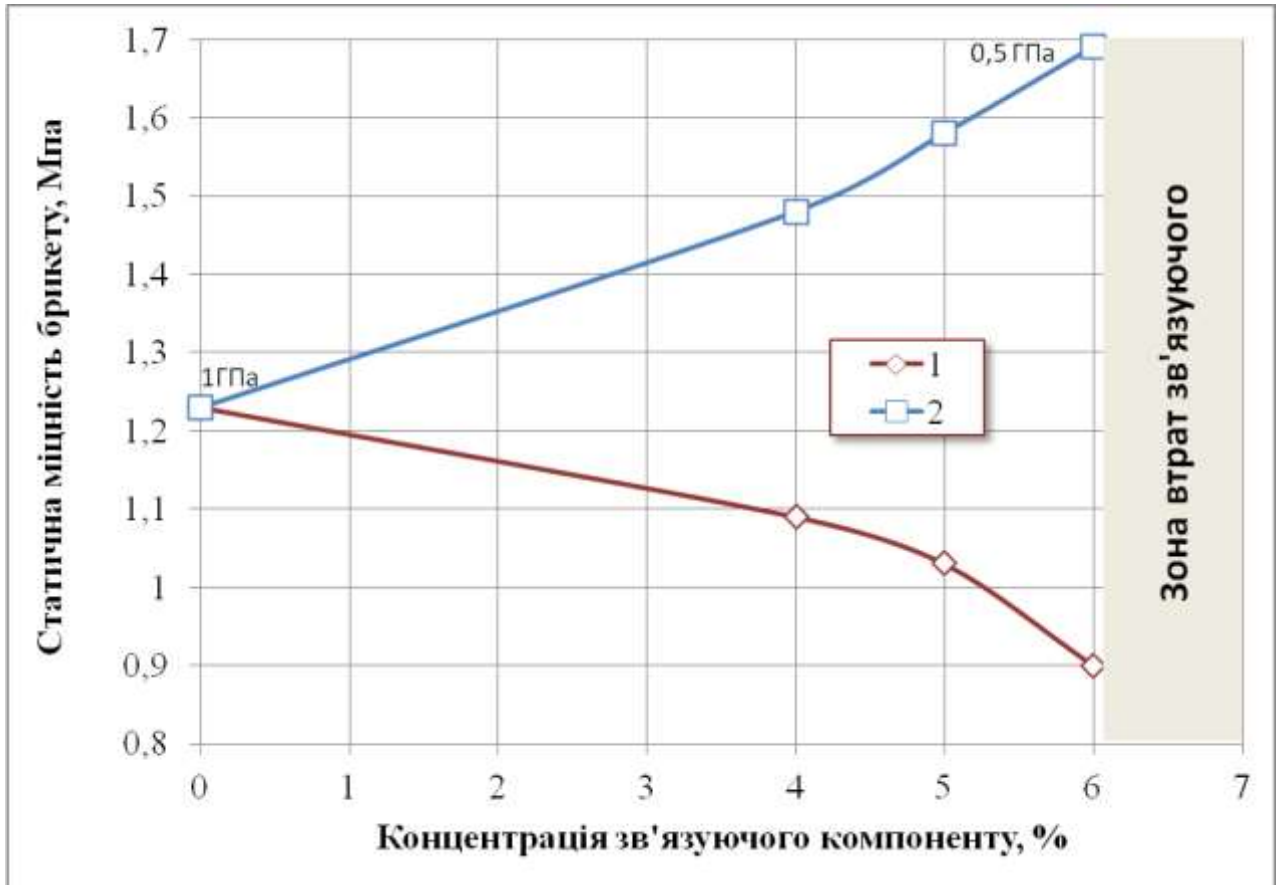


Рисунок 4.26 – Зміна статичної міцності брикету в залежності від концентрації зв'язуючого: 1 – подача зв'язуючого компонента в центр суміші, 2 – перемішування зв'язуючого компонента з деревними відходами

Визначення статичної міцності брикету за умови додавання різних концентрацій зв'язуючої речовини зображені на рис. 4.26. Із рисунку видно, що статична міцність зростає в тих брикетах, у яких відбувалося перемішування зв'язуючої речовини із деревними відходами. Це зумовлено кращим розподілом зв'язуючого в межах об'єму брикету із утворенням армувального каркасу з деревини, а зв'язуюча речовина не давала йому розпастися [370].

Фотографії, що представлені на рис. 4.27 та 4.28, зроблені під час експерименту із визначення статичної міцності.



Рисунок 4.27 – Фото брикету до початку експерименту із визначення статичної міцності.



Рисунок 4.28 – Фото брикету після проведення експерименту із визначення статичної міцності

На підставі отриманих результатів експериментів, можна зробити висновки, що в процесі реалізації технології формування брикетів високого тиску у випадку використання зв'язуючої речовини:

- зростає їх густина;
- зростає їх теплотворна здатність;
- збільшується їх динамічна та статична міцність;

Слід також зазначити, що ефективність впливу в'язуючої речовини на формування брикетів посилюється за умови попереднього перемішування її із деревинними відходами.

4.1.4. Перспективні технологічні схеми установок із формуванням паливних гранул та паливних брикетів. Механізм пресування гранул із відходів деревини складається з декількох послідовних стадій. На початкових етапах ущільнення вихідної сировини здійснюється внаслідок мінімізації вільного об'єму між частинками сировини. В подальшому піддаються деформаційним змінам безпосередньо самі частинки і за рахунок цього процес ущільнення поглиблюється, що супроводжується ефектом молекулярного зчеплення. Збільшення тиску на кожному з наступних етапів пресування викликає появу як пружних, так і пластичних деформацій. Це, в свою чергу, ще більше посилює молекулярне зчеплення між дрібнодисперсними частинками. Позитивним наслідком цього є збільшення міцності брикету. Аби забезпечити необхідну міцність брикету, процес пресування проводять під тиском 100-200 Мн/м².

Для мінімізації енергетичних затрат на виготовлення брикетів та забезпечення їхньої високої міцності доцільно до дрібнодисперсних частинок відходів деревини додавати в'язучі добавки. В цьому випадку аналогічну якість брикетів отримують із тиском 10 – 50 Мн/м² [371].

4.1.4.1. Принципова схема формування паливних гранул екструзійним методом із додаванням зв'язуючої речовини. Технологія виробництва паливних гранул екструзійним методом складається із таких стадій:

- 1) подрібнення (за необхідності);
- 2) сушіння;
- 3) гранулювання;
- 4) просіювання;
- 5) зберігання / (упаковка).

Зміст цих стадій полягає в:

1. Подрібнення необхідне для сировини, яка надходить із лісу та лісопилень. Відходи деревини подрібнюють до розміру частинки, яка дорівнює діаметру гранули. Це також значно полегшує процес сушіння. Але подрібнені деревні відходи не повинні бути дуже малими, бо в такому випадку ускладнюється дозування та збільшуються зусилля під час гранулювання. Для процесу подрібнення переважно використовується молотковий млин із отриманням гомогенної сировини для подальшого формування.
2. Сушіння необхідне для досягнення необхідної вологості сировини. Гранули будуть міцнішими, якщо вологість усіх частинок буде гомогенною. Для сушіння переважно використовують стрічкову сушарку. Як тепловий агент використовують димові гази, які отримують у процесі спалювання гранул.
3. Гранулювання проводять із додаванням зв'язуючої речовини на екструзійній установці, принцип роботи якої описаний у другому розділі.
4. Просіювання необхідне для видалення дрібних частинок з метою одержання гомогенного продукту, з якими надалі не буде проблем у

процесі транспортування та дозування в котли. Для просіювання переважно використовують вібраційні сита.

5. Зберігання.

На рис. 4.29 зображено принципову схему процесу гранулювання.

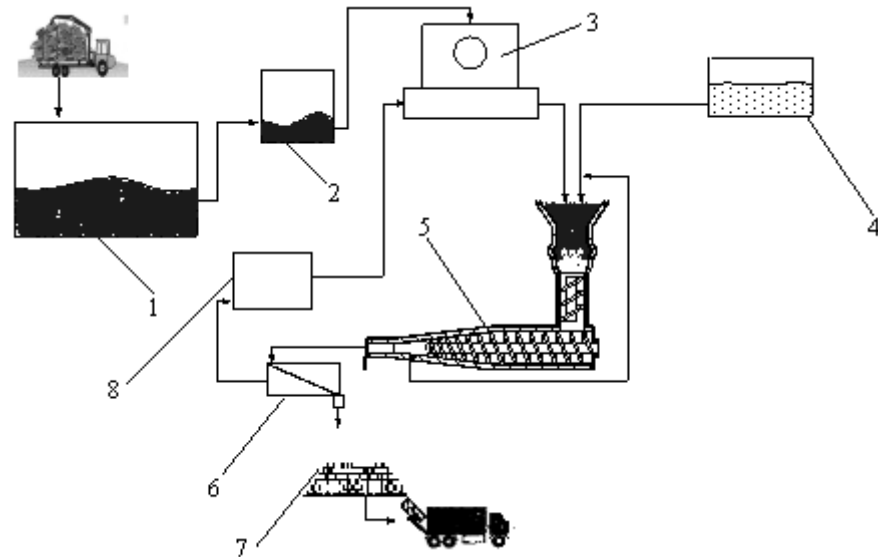


Рисунок 4.29 – Принципова схема виробництва паливних гранул: 1 – склад деревних відходів; 2 – проміжний склад; 3 – установка для подрібнення та сушіння; 4 – ємкість для зберігання зв'язуючого компонента; 5 – установка для гранулювання; 6 – віброрито; 7 – склад готової продукції; 8 – піч

Згідно наведеної схеми, відходи деревини доставляються на склади деревних відходів (1) автотранспортними засобами. На складах, в першу чергу, відбувається їх сортування за гранулометричним складом. Після проходження через проміжний склад (2), розсортована сировина подається на установки (3) для висушування, а за необхідності і додаткового подрібнення, після чого поступає у відділення гранулювання (5). Одночасно туди ж поступають зв'язуючі компоненти. Із дренажних отворів установки (5) постійно виходить суміш із надлишком зв'язуючих речовин, яка знову повертається у відділення грануляції. Новоутворені гранули надходять на віброрито (6) і очищаються від дрібних часточок, які застосовуються як паливо

в печах (8). Очищені гранули відправляються на склад готової продукції (7), де упаковуються і відвантажуються споживачам [370].

У пропонованій технології для формування гранул використовували апарат (5), схема та принцип роботи якого детально описані в другому розділі. На нашу думку, використання цього апарату в пропонованій технології дозволить з успіхом вирішити проблему утилізації відходів переробки деревини та відповідно зменшити екологічне навантаження від цих відходів на навколишнє середовище.

4.1.4.2. Технологічна схема формування паливних брикетів методом пресування. Оскільки у методі пресування застосовують високі тиски, доцільно таким методом виробляти не дрібні за розміром гранули, а паливні брикети більшого розміру, які розділяють на окремі шматки. Технологічний процес складається із таких же стадій, що й екструзійний метод, але, на відміну від нього, в технологію введена стадія охолодження. Етапи формування брикетів:

- подрібнення сировини (за необхідності);
- сушіння;
- брикетування;
- охолодження;
- просіювання;
- зберігання / (упаковка).

Зміст стадії пресування та охолодження:

1. Пресування брикетів проводять за допомогою преса-гранулятора.
2. Охолодження є дуже важливим етапом під час виробництва брикетів. Після пресування температура брикетів становить приблизно 90°C. Під час охолодження брикет стабілізується, розплавлений лігнін твердіє на його поверхні, тому форма залишається без змін.

На рис. 4.30 зображена принципова схема брикетування.

Відходи деревини привозять автотранспортом до складу деревних відходів (1), для сортування за гранулометричним складом та зберігання. Відтак розділені відходи деревини подають на проміжний склад (2). Звідти – в прес-гранулятор для брикетування. Після виходу із прес-гранулятора (4) брикети подають на охолодження, яке відбувається за допомогою повітря в охолоджувальній установці (5). Готові брикети подають на вібросито (6) для видалення дрібних частинок, які використовують як паливо у пічці (8), а придатні направляють на склад готової продукції (7). Далі упаковують брикети та відвантажують споживачеві [370].

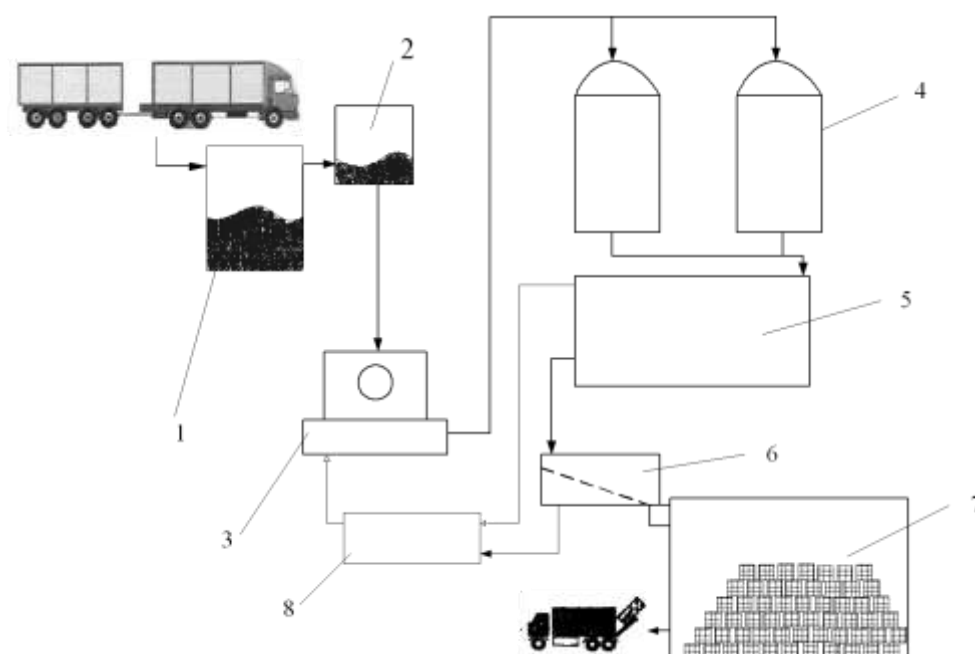


Рисунок 4.30 – Принципова схема виробництва брикетів: 1 – склад деревних відходів; 2 – проміжний склад; 3 – установка для подрібнення та сушіння; 4 – прес-гранулятор; 5 – установка для охолодження; 6 – вібросито; 7 – склад готової продукції; 8 – піч

4.1.4.3. Проведення дослідно-промислових випробувань на установці формування паливних брикетів високого тиску. Дослідно-промислові випробування відбувалися на базі ТОВ «Вижницька біопаливна компанія». Для

проведення процесу формування брикетів ми використовували установку високого тиску, зображену на рис. 4.31.

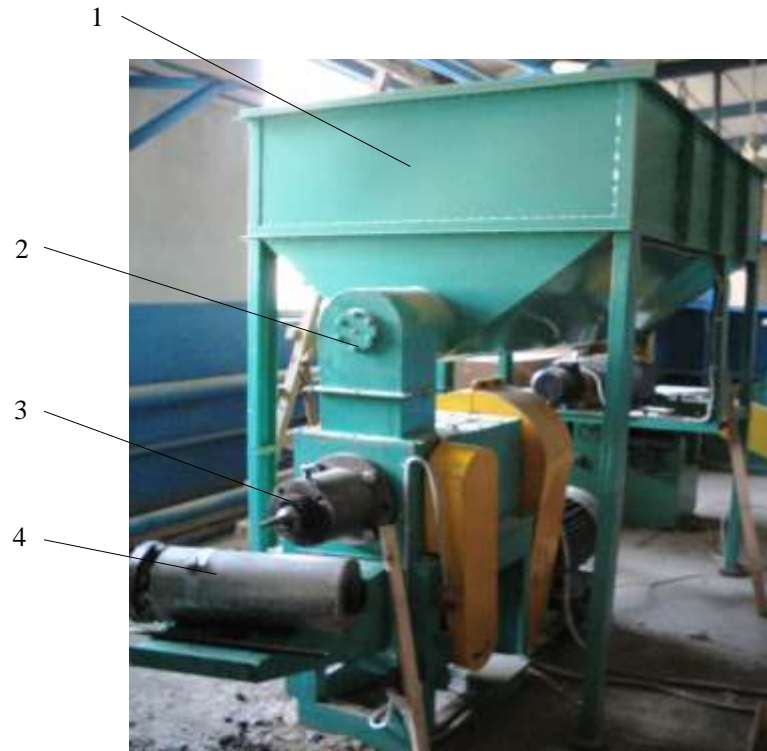


Рисунок 4.31 – Загальний вигляд установки формування паливних брикетів високого тиску: 1 – завантажувальний бункер; 2 – дозуючий пристрій; 3 – транспортуючий пристрій; 4 – філь’єра

Технічна характеристика установки високого тиску для брикетування:

- продуктивність – 300-350 кг/год;
- вологість відходів, найб. – 10 %;
- встановлена потужність – 53 кВт;
- споживання електроенергії за одну годину роботи екструдера – 40 кВт·год;
- питоме споживання електроенергії найб. – 0,12 кВт·год/кг;
- довжина частинок подрібненої маси вздовж волокон, найб. – 8 мм;
- частота обертання робочого органу (шнека) – 1600 хв.;
- ємність бункера – 2,5 м³;
- маса – 1350 кг;

- габаритні розміри найб.:
- довжина – 1700 мм; ширина – 1800 мм; висота – 1700 мм.

Послідовність етапів для формування паливних брикетів:

1. Дозування зв'язуючої речовини та перемішування її з деревними відходами.
2. Подавання підготовленої суміші в завантажувальний бункер.
3. Увімкнення установки із наступним одержанням готових паливних брикетів.

Принцип роботи установки полягає в:

У завантажувальний бункер 1 подається сировина. На рис. 4.32 показано внутрішній вигляд бункера.



Рисунок 4.32 – Завантажувальний бункер із транспортувальним шнеком

В подальшому, сировина надходить у дозувальний (2) та транспортувальний пристрій (3). Завдяки проходженню цих елементів установки сировина переміщується зі зв'язуючою речовиною та транспортується до фільтри (4), у якій остаточно відбувається формування паливних брикетів. На рис. 4.33 зображена

установка із формувальною частиною, а на рис.4.34 – загальний вигляд паливного брикету.



Рисунок 4.33 –Вигляд установки з ліцевої сторони.



Рисунок 4.34 - Загальний вид паливного брикету

Результати випробувань наведені в акті випробувань [Додаток Д].

4.2. Технологічні рішення і управлінські заходи для мінімізації екологічної небезпеки в гідроекосистемах

У гідроекосистемах Покутсько-Буковинських Карпат можна виділити такі основні види забруднень:

1. Мікробіологічне забруднення струмків та водотоків.
2. Органічні забруднення від невеликих підприємств переробної промисловості (виробництва спиртопродуктів, соків, пива, переробки молочних продуктів, плодово-ягідних консервів тощо), у яких відсутні зовсім або встановлені малоефективні очисні споруди.
3. Дифузійні забруднення внаслідок екологічно небезпечної господарської діяльності (розораність та забудовування у межах водоохоронних зон, забруднення залишковими, незасвоєними сільськогосподарськими рослинами мінеральними добривами).

Щодо першого джерела забруднення, воно детально описане в розділі 3.

Забруднення гідроекосистем Покутсько-Буковинських Карпат стоками невеликих підприємств переробної промисловості, що містять здебільшого органічні забруднення, можна мінімізувати шляхом встановлення локальних очисних споруд, які забезпечили б ефективне очищення від органічних забруднень і одночасно відповідали б низці додаткових критеріїв:

- були недорогими у виконанні та експлуатації;
- були відносно простими в управлінні;
- дозволяли ефективно проводити очищення забруднених органічними сполуками стоків за умови зміни в широких масштабах концентрації забруднювачів.

Звісно, найбільш ефективними методами очищення таких стоків були б біологічні методи, проте вони не відповідають вказаним критеріям, тому, як показує досвід, застосування їх для очищення стоків такого характеру на багатьох підприємствах призвело до загибелі біокультури, внаслідок чого ефективність очищення знизилася до нуля. На нашу думку, ефективним

методом очищення таких стоків може бути реагентний, який відповідає вказаним критеріям і дозволяє забезпечити ефективне очищення [413].

Мінімізацію ж дифузійних забруднень внаслідок екологічно небезпечної господарської діяльності населення в басейні річок Сірет та Черемош можна досягти у разі впровадження системи технічних рішень (створення буферних зон між агроекосистемами та руслом річки зеленими насадженнями), системи нормативних дій із ціллю контролю за дотриманням горян екологічного законодавства та системи виховної і консультаційної діяльності з метою підвищення рівня екологічної свідомости населення, яке проживає в Покутсько-Буковинських Карпатах.

4.2.1. Дослідження щодо зниження рівня органічного та мікробіологічного забруднення водотоків. З метою підвищення якості поверхневих вод водотоків НПП ми використовували волокнистий носій типу «ВІА» (ТУ (995990), виготовлений із текстурованої джгутової нитки (ТУ 6-06-С116-87, текс 350). Раніше низка авторів [255-257] встановила, що волокнистий носій «ВІА» із успіхом можна використовувати для конструювання «біореакторів» з очищення поверхневих вод.

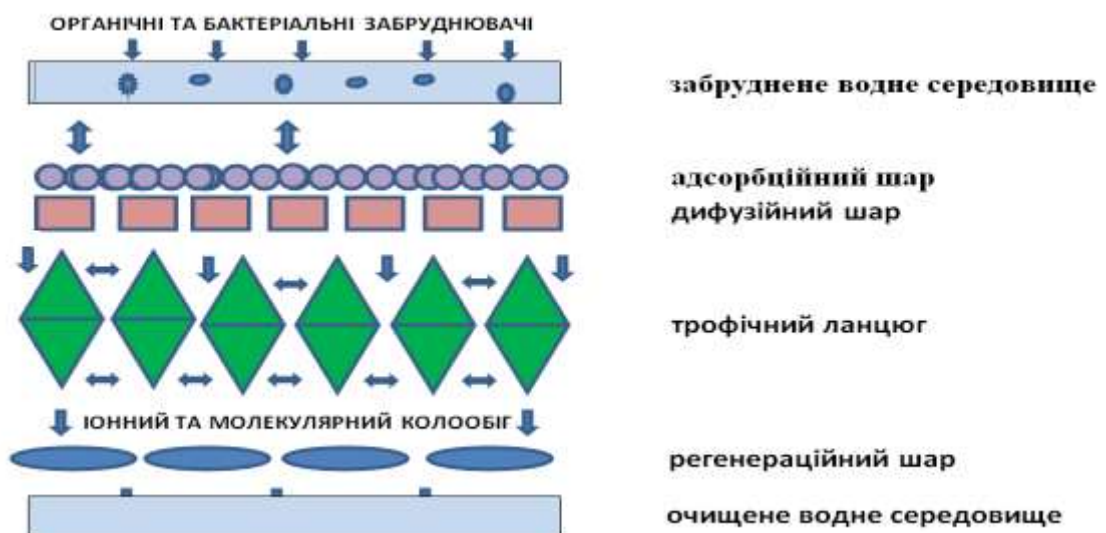


Рисунок 4.35 - Схематичне зображення процесів, що відбуваються на конструкції «біофільтра ВіКа»

Використовуючи описаний вище, ми змонтували «біореактор - ВіКа» на основі спеціальних дерев'яних конструкцій – «кашиць», які здавна використовують місцеві жителі для насичення струмків киснем. Схематичне відображення процесів, що відбуваються на «біореакторі-ВіКа» представлено на рис. 4.35.

За сезон «ВІЯ» обростає безхребетними гідробіонтами (створюється так званий перифітон). На «ВІІ» акумулюються також бактерії та водорості. Як видно із представленого рисунка 4.36, «ВІЯ» здатна майже до 15-кратного нагромадження бактерій та гідробіонтів [337].

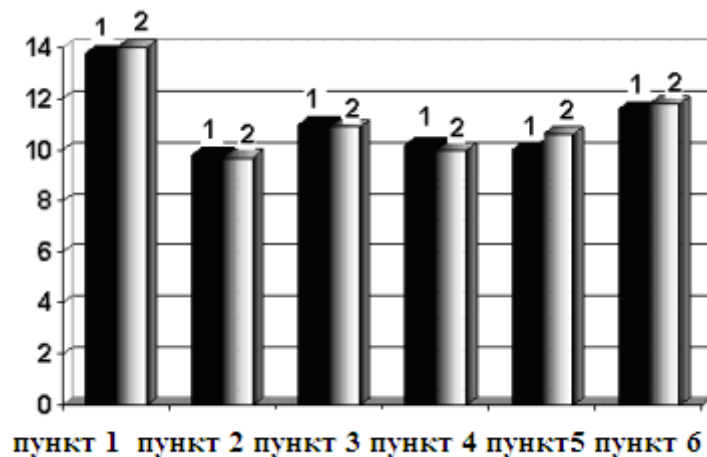


Рисунок 4.36 – Нагромадження бактерій та гідробіонтів на волокнистому носії типу «ВІЯ»: 1 – температура 23 °С, 2 – температура 6 °С.

На волокнистих носіях формується специфічний «біофільтр» у вигляді штучно створеної мікроекосистеми. У ній такий носій служить свого роду «домівкою» для мікроорганізмів, рослинних та безхребетних тваринних організмів, де вони здатні нагромаджуватися, що є основою очищення водойм. Окрім того, частина бактерій стає елементом живильного ланцюга, а отже, і їжею для безхребетних гідробіонтів. Таким чином спостерігається очищення водойм у два етапи: за рахунок адсорбції на синтетичному носії на першому та трофічним ланцюгом на другому [301].

Динаміка адсорбування бактерій на поверхні синтетичного носія «Вія» представлена на рис. 4.37.

Змонтований очисний пристрій «ВіКа» («ВІЯ» + «КАШИЦЯ») працює за принципом біоконвеєра, який свого часу описав П. І. Гвоздяк [255]. Фактично пропозиції та аргументи, які наводить автор, стали як теоретичною, так і методологічною основою створення очисної споруди «ВіКа».

Біоконвеєр «ВіКа» нагромаджує значну кількість БГКП (бактерій групи кишкової палички), формуючи просторову сукцесію мікроорганізмів, а також трофічний ланцюг гідробіонтів, до якого входять представники восьми систематичних груп: одноклітинні, веснянки, волохокрильці, двокрилі, турбеларії, нематоди, коловертки та інфузорії (див. розд. 3). За чисельністю в дослідженому мікроперифітоні домінували інфузорії (510 екз./100 см²), коловертки склали 33% від загальної чисельності біоценозу обростання. У процесі очищення води беруть участь як прокариоти (аеробні та анаеробні мікроорганізми), так і еукариоти (фільтратори і хижаки різних трофічних рівнів).

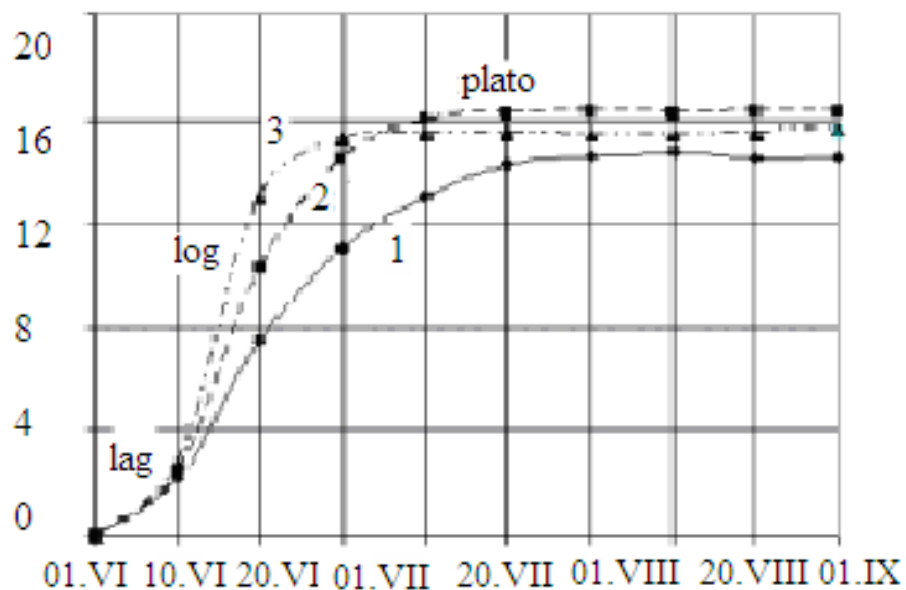


Рисунок 4.37 – Динаміка нагромадження мікроорганізмів на синтетичних носіях «Вія» і поверхневих водах, що характеризуються різним рівнем

антропогенного навантаження: 1 – заповідна зона НПП, 2 – зона стаціонарної рекреації, 3 – прилеглі до НПП території традиційних господарських ландшафтів

Переваги запропонованої схеми очищення природних вод у тому, що накопичену на ВІЯх біомасу споживають і мінералізують у трофічному ланцюгу, про що свідчать показники БСК, ХСК, кількість завислих речовин у воді. Для порівняння зазначимо, що під час очищення стічних вод за допомогою активного мулу в процесі беруть участь тільки найпростіші та бактерії (інші не можуть вижити в токсичній рідині колекторів), тимчасом як у випадку очисної споруди «ВіКа» беруть участь також складніші за структурою гідробіонти (консументи II тв. III порядку), формуючи більш повний трофічний ланцюг. У природі априорі не існує такого організму, який міг би утилізувати всі види забруднення і навіть себе. Навпаки, в біосфері є надзвичайно багато організмів, які утворюють складні гідробіоценози і які здатні працювати за принципом «біоконвеєра» [365].

Можна навести безліч прикладів, коли очисні споруди на основі синтетичного волокна «ВІЯ», скомпоновані під прямоточну біотехнологію, перетворилися на дуже ефективні, прості в обслуговуванні, екологічно безпечні, маловитратні споруди, що працюють десятки років [354, 355]

Таким чином, можна припустити, що волокнистий носій «ВІЯ» (який за структурою штучних волокон подібний до структури моху) служить не тільки субстратом, де акумулюються БГКП та ціла низка гідробіонтів, а і є водночас сховком від хижаків та джерелом їжі, оскільки затримує частки грубого детриту.

Отримані нами результати повністю підтверджують думку П. І. Гвоздяка [354] про те, що «майбутнє біотехнології охорони довкілля, зокрема води, від хімічного та біологічного забруднення – у використанні якомога більшого розмаїття організмів у цих технологічних процесах».

4.2.2. Розроблення методу очищення стічних вод, джерелами забруднень яких є підприємства переробної промисловості невеликої продуктивності, від органічних забруднень із використанням реагентних методів. Найпростішим та технологічно доступним методом очищення стічних вод, джерела забруднень яких формують підприємства переробної промисловості невеликої продуктивності, від органічних забруднень є реагентні методи. Найпоширенішими реагентами, які можуть застосовувати для цих цілей є:

- перманганат калію та діоксид мангану;
- пероксид водню;
- хлор або його сполуки.

Використання хлору і його похідних належить до найбільш поширених окислювальних методів, що використовуються для обробки води. Як реагенти застосовують як газоподібний хлор, так і його сполуки, які містять активний хлор: діоксид хлору, гіпохлорити, хлораміни. В усіх випадках розрахунки проводять за «активним» хлором. Це той хлор, який здатний за певного значення рН витіснити еквівалентні кількості йоду із водних розчинів йодиду калію.

Не менш ефективним реагентом, який можна застосовувати із метою очищення стічних вод, є перманганат калію та діоксид мангану. Ці сполуки є ефективними для окиснювання органічних речовин. Кристалічний перманганат калію, за своїми хімічними властивостями є дуже сильним окисником. Він доволі легко взаємодіє із великою кількістю органічних речовин, а характер і напрямок проходження хімічної реакції визначається умовами та природою окиснюваної речовини.

Пероксид гідрогену (пероксид водню) є одним із найсильніших окисників, якому властива окисно-відновна амфотерність як у кислому, так і в лужному середовищах.

Однак найбільш доступним, дешевим та безпечним реагентом, який можна використовувати для окиснення органічних сполук, є гіпохлорит натрію – багатотоннажний відхід виробництва металічного натрію (виробництво розташоване у м. Калуші). Проведені постановочні експерименти із очищення проб стічної води від органічних сполук із використанням активного хлору, який вводили з гіпохлоритом натрію, продемонстрував можливість досягнення необхідного ступеня очищення. Практичне впровадження цього методу дозволить досягати необхідного ступеня очищення стічних вод, що дозволить скидати їх у водойми [369].

Метод має низку переваг:

- легкий у виконанні, недорогий за реагентним забезпеченням;
- доступний реагент (гіпохлорит натрію);
- невеликі затрати реагенту, невелика кількість відходів, що утворюються (тільки окиснені, дезінфіковані органічні забруднювачі);
- можливість використання після модернізації існуючих очисних споруд;
- можливість використання відходів як ефективного органо-мінерального добрива.

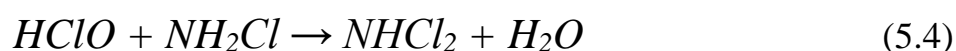
4.2.2.1. Фізико-хімічні основи окиснення органічних сполук у стоках гіпохлоритом натрію. У процесі розчинення у воді гіпохлорит натрію дисоціює із утворенням гіпохлоритного іону та гіпохлоритної кислоти у співвідношеннях, які залежать від рН середовища (формули 5.1 та 5.2):



За різних значень рН середовища між концентраціями хлору Cl_2 , недисоційованої гіпохлоритної кислоти $HClO$ та гіпохлоритного іону ClO^- у

воді формуються різні співвідношення (рис. 4.38). За рН = 7-8 головною дезінфекційною сполукою є гіпохлоритна кислота.

Якщо у воді є аміак, амонійні солі чи органічні речовини, які містять аміногрупи, в реакцію з ними вступає хлор, гіпохлоритна кислота та гіпохлорити, утворюючи моно- та дихлораміни (формули 5.3 та 5.4).



Ці сполуки також мають бактерицидну дію, оскільки в процесі їхнього гідролізу виділяється активний хлор.

Молекулярний хлор, гіпохлоритну кислоту та гіпохлорит-іони прийнято називати вільним хлором, на відміну від зв'язаного хлору. Бактерицидна дія першого в 20-25 разів сильніша зв'язаного.

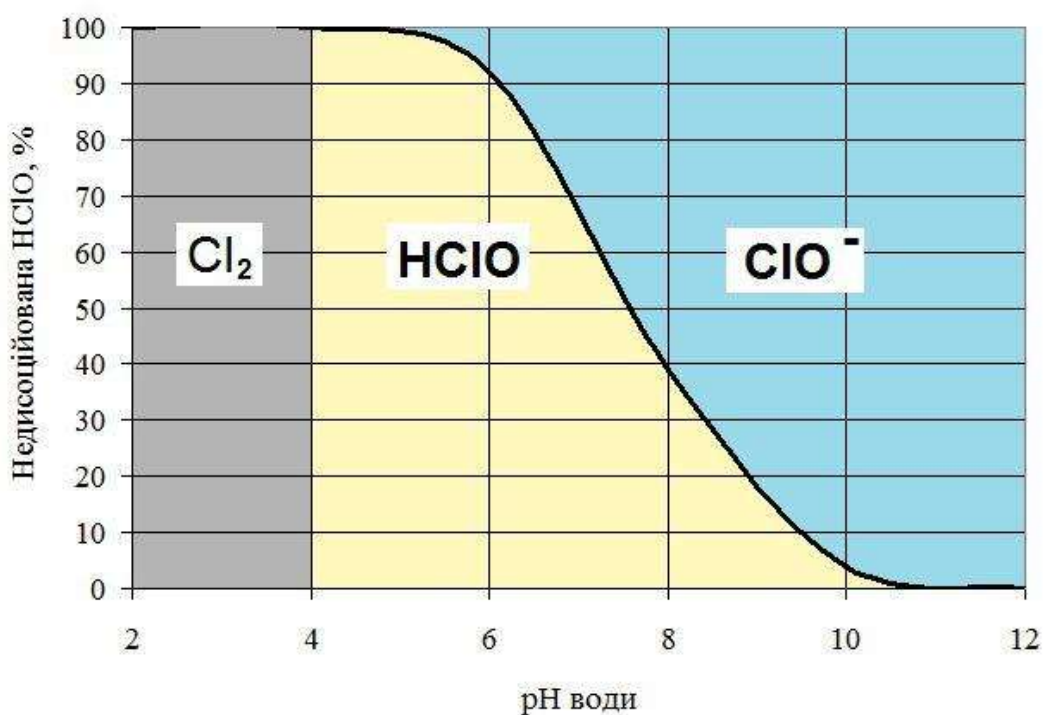


Рисунок 4.38 – Сполуки хлору за різних pH середовища.

Співвідношення між моно- та дихлораминами, що утворюються в процесі введення в воду хлору в присутності аміаку, залежить від рН води. Зі збільшенням рН води зменшується кількість зв'язаного хлору в дихлораминах та збільшується залишок його у вигляді монохлорамінів, бактерицидна дія яких у 3-5 разів менше, ніж дихлорамінів. Бактерицидність хлорамінів у 8-10 разів вища, ніж хлорпохідних органічних амінів та імінів. Знезараження органічних сполук за допомогою активного хлору є двостадійним процесом, за якого спочатку відбувається дифузія хлору через оболонку клітини мікроорганізму, а в подальшому проходить реакція із ензимами. Процесами, що лімітують загальну швидкість цього процесу є: дифузія хлору всередину клітини та відмирання клітини внаслідок порушення метаболізму. Зі збільшенням концентрації хлору у воді, підвищенням її температури та переводом його у недисоційовану форму, яка порівняно легко дифундує, загальна швидкість процесу знезараження зростає. Бактерицидність хлору у воді зменшується із підвищенням рН. Тому воду варто дезінфікувати хлором до введення в неї лужних реагентів. У випадку присутності у воді органічних сполук, які здатні окиснюватися, чи відновлювачів, а також колоїдних та завислих частинок, які можуть обволікати бактерії, процес знезараження води сповільнюється [367].

Для гарантії дезінфекції у воді підтримують різні залишкові концентрації вільного чи зв'язаного хлору. За умови постійної концентрації хлору у воді кінетику процесу знезараження можна показати рівняннями, дійсними для мономолекулярних реакцій (формули 5.5 та 5.6):

$$\frac{dy}{dt} = AN = a(N_0 - y) \quad (5.5),$$

$$\frac{N}{N_0} = \exp(-At) \quad (5.6),$$

де y – кількість мікроорганізмів, які загинули від дії хлору за одиницю часу, t – час дії реагенту, N – кількість мікроорганізмів, які залишилися у воді на кінець періоду t , A – константа швидкості процесу знезараження води (розмірність t^{-1}).

Вплив концентрації хлору на час, необхідний для знищення бактерій із початкової до заданої кількості, можна показати рівнянням (5.7):

$$C^n t = K \quad (5.7),$$

де C – концентрація хлору, мг/л, t – час контакту хлору з водою, хв, n – показник ступеня (при рН, близькому до 7, він рівний 1,3), K – константа резистентності мікроорганізмів до дії хлору, яка залежить від виду мікроорганізмів та рН середовища.

Значення константи K визначається присутністю у воді тих чи інших форм активного хлору для заданого значення рН. Для води, яка не містить солей амонію, за умови зниження кількості бактерій колі на 95%, $K = 0,15$ для рН = 7, 0,45 для рН = 8,5 і 4 для рН = 9,8. За наявності у воді солей амонію, коли активний хлор у воді присутній у вигляді моно- та дихлорамінів, K змінюється від 3,5 для рН = 7 до 400 для рН = 9,5.

Вплив температури на швидкість процесу знезараження води можна показати рівнянням (5.8):

$$\lg \frac{t_1}{t_2} = \frac{E(T_2 - T_1)}{RT_1 T_2} \quad (5.8),$$

де t_1 та t_2 – час, необхідний для зниження вмісту у воді мікроорганізмів на заданий відсоток, хвилин, за температури відповідно T_1 та T_2 , К, E – енергія активації, Дж/моль, R – газова константа, яка рівна 8,33 Дж/(моль·К).

Особливо значно швидкість процесу знезараження води змінюється з температурою у випадку застосування хлорамінів.

Бактерицидний ефект від хлорування в значній мірі визначається початковою дозою хлору та тривалості збереження у воді деякої його залишкової концентрації. Концентрація залишкового хлору, яка буде зумовлювати бактерицидний ефект, залежить від поглинальної здатності води, а тому нерозривно пов'язана із загальною потребою у хлорі води, яку очищають. Це визначає співмірність швидкостей процесів дезінфекції та окиснення органічних і неорганічних речовин, які містяться у воді. Збільшення поглинання хлору водою покращує бактерицидний ефект хлорування за рівної концентрації залишкового хлору, оскільки початкова його доза в цьому випадку завжди вища [367].

Колі-індекс природної води звичайно не перевищує 1000-10000 кл/л. Концентрація залишкового хлору 0,5 мг/л для часу контакту 30 хв переважно забезпечує задоволення санітарних вимог, які ставлять до бактеріологічної якості води. У випадку хлорування з амонізацією час контакту повинен бути збільшеним до 1 год. Такий же час контакту приймають і у випадку обробки води хлорним вапном, а сумісно з аміаком – 1,5 год.

Для приблизної оцінки кількості хлору, необхідного для знезараження води поверхневих джерел, приймають дозу 2-3 мг/л, а для води підземних джерел – 0,7-1,0 мг/л.

Однією із умов забезпечення хороших результатів хлорування вважають швидке та повне перемішування хлору з водою.

4.2.2.2. Експериментальні дослідження окиснення органічних сполук у стоках Вашківецького спиртозаводу гіпохлоритом натрію. Завданням експериментальних досліджень, які проводили відповідно до методики,

описаної в розділі 2.8, було встановлення витрати гіпохлориту, за якої здійснюють очищення стічних вод до рівня нижче, ніж регламентовано нормативами. Це необхідно для того, щоб, з одного боку, забезпечити найбільш повне очищення стоків від органічних речовин, а з іншого – не допустити перевитрати гіпохлориту. Для цього проводили серію досліджень, ціллю яких було очистити стоки з різним дозуванням у них гіпохлориту.

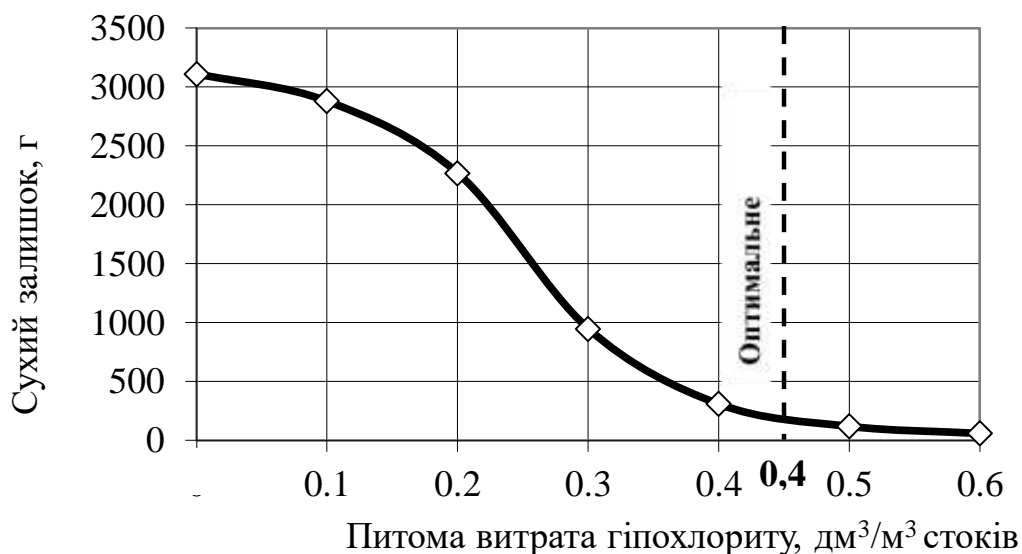


Рисунок 4.39 – Залежність маси сухого залишку від питомої витрати гіпохлориту.

Критерієм ефективності очищення були два показники якості води: ХСК та сухий залишок. Результати експериментальних досліджень представлені на рисунках 4.39. та 4.40.

Як видно з рисунків 4.39 та 4.40, оптимальним є використання для очищення стоків гіпохлориту у співвідношенні 0,45 л/м³ стоку, який очищають. Саме таке співвідношення і рекомендоване для впровадження промислової технології очищення стоків на Вашківецькому спиртозаводі.

Досліджували також кінетику окиснення органічних домішок у стоках, виражену ступенем зниження ХСК розчину в процесі реагування його з гіпохлоритом.

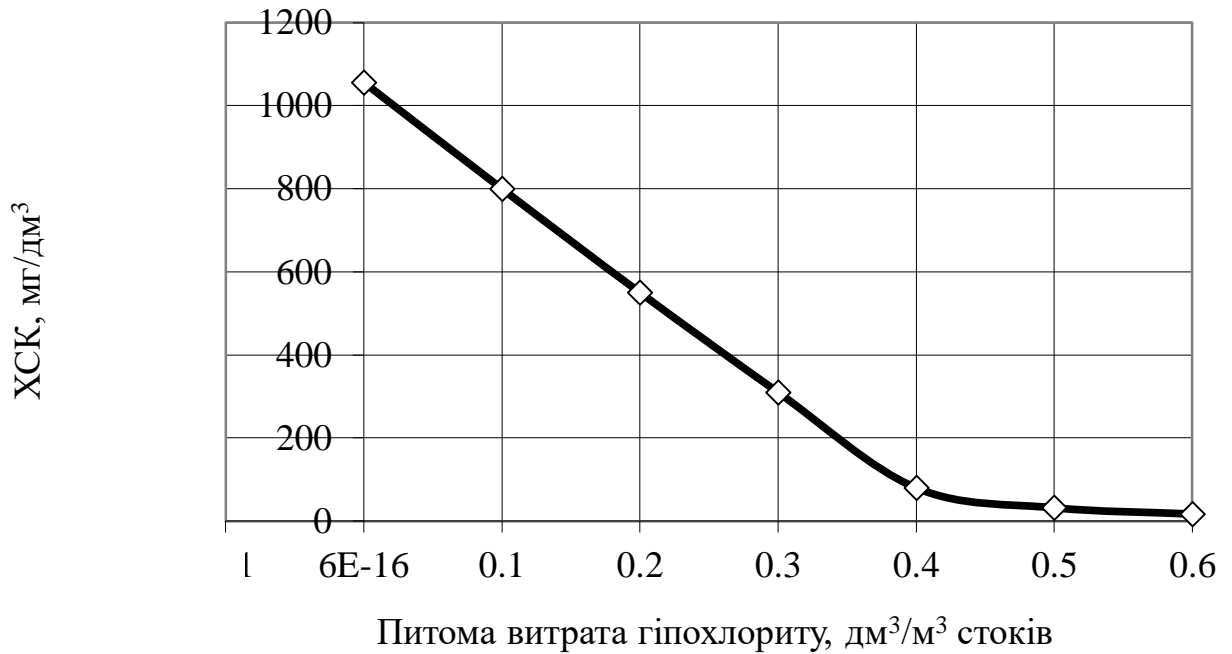


Рисунок 4.40 – Залежність ХСК в очищених стоках від питомої витрати гіпохлориту

Базуючись на аналогії процесів окиснення хлором органічних домішок та дезінфекції, а також співрозмірність швидкостей процесів дезінфекції та окиснення органічних і неорганічних речовин, які містяться у воді, ми припустили, що за аналогією із дезінфекцією кінетику процесу окиснення органічних речовин у стоках можна виразити рівнянням, дійсним для мономолекулярних реакцій:

$$XCK = A \exp(-K_o t) \quad (5.9),$$

де ХСК – показник хімічно спожитого кисню на кінець періоду t , t – час дії реагенту, A – статичний коефіцієнт, K_o – константа швидкості процесу окиснення органічних домішок (розмірність t^{-1}).

Для встановлення адекватності гіпотетичного рівняння кінетики процесу окиснення органічних домішок реальному процесу (5.9) ми проводили експерименти, результати яких представлені на рис. 4.41.

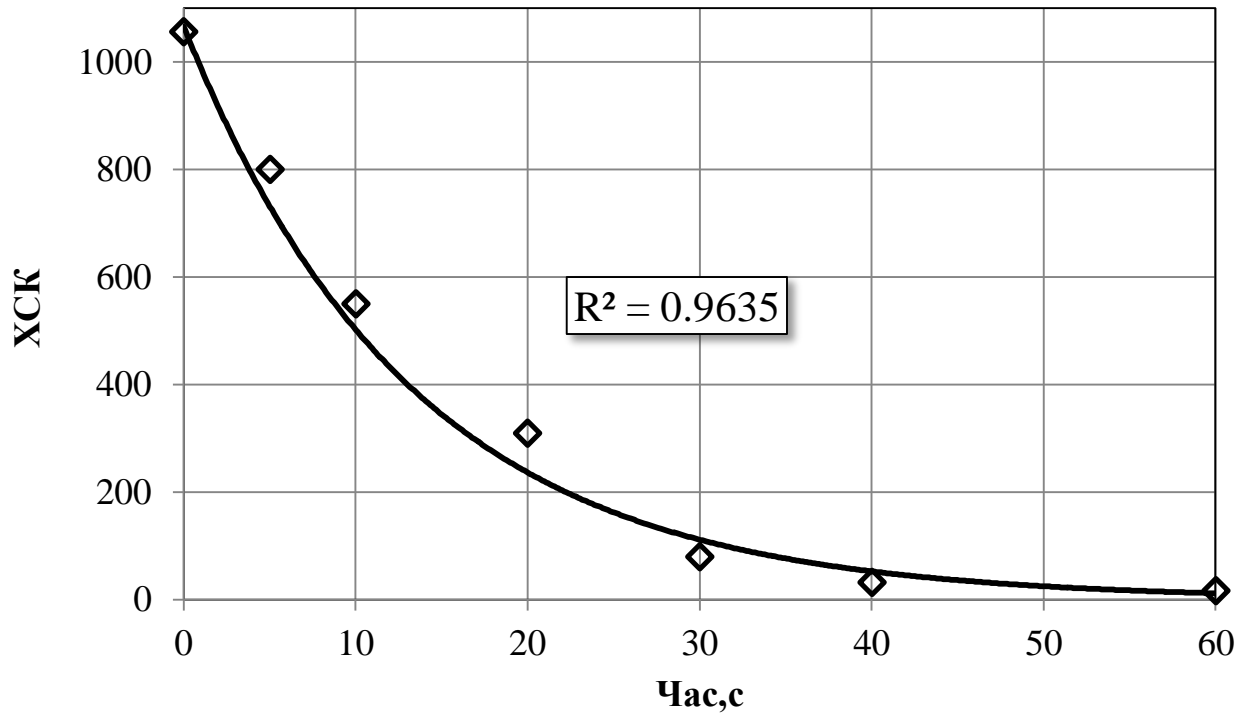


Рисунок 4.41 – Кінетика процесу окиснення органічних речовин у стоках гіпохлоритом натрію – експериментальні точки, суцільна лінія - апроксимація експоненціальною залежністю.

Як видно із рис. 4.41, експериментальні точки дійсно задовільно апроксимуються експоненціальною залежністю (коefіцієнт кореляції $R^2 = 0,9635$), рівняння апроксимації має вигляд (5.10):

$$XSK = 1066,1 \exp(-0,075 t) \quad (5.10).$$

Як впливає із рівняння (5.10), константа швидкості процесу окиснення органічних домішок K_o складає 0,075 1/с

Принципова технологічна схема очищення стоків на Вашківському спиртозаводі представлена на рис.4.42.

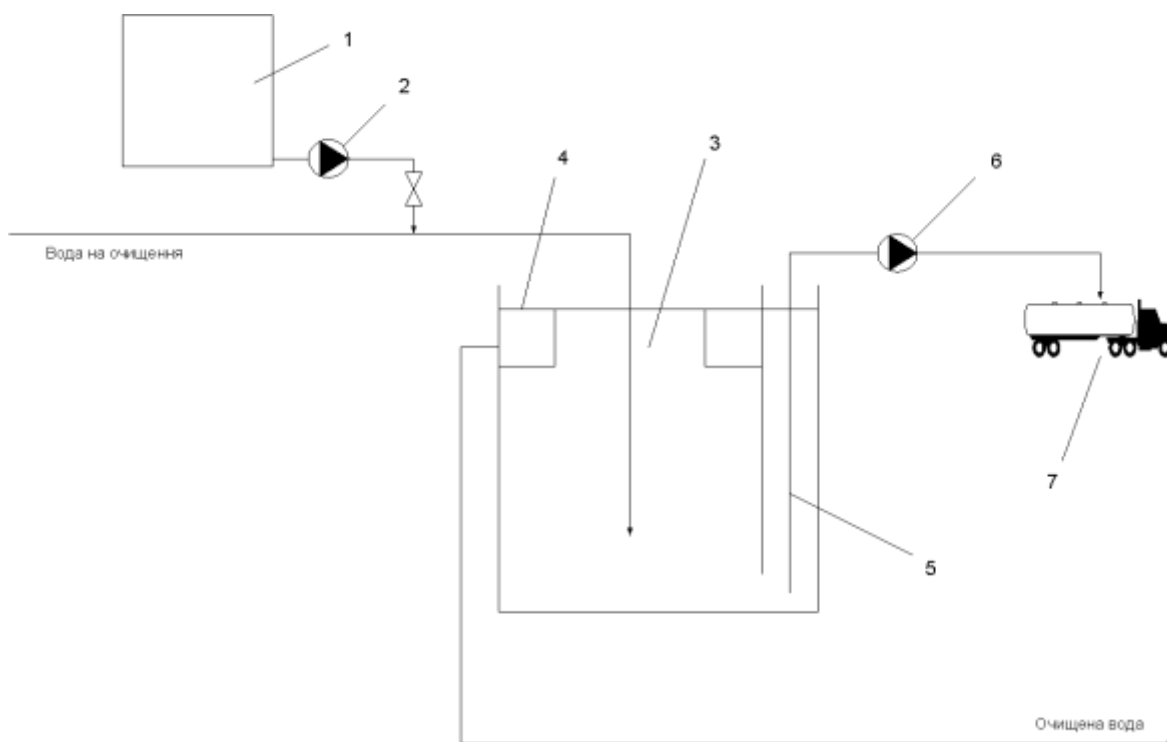


Рисунок 4.42 – Принципова технологічна схема очищення стоків на Вашківському спиртозаводі

Відповідно до схеми, стічна вода поступає в збірник (3). Туди ж насос-дозатор (2) зі збірника (1) подає визначену кількість гіпохлориту натрію, яка дозується безпосередньо в потік стічних вод. Тому реакція окислення органічних домішок починається безпосередньо в трубопроводі.

Відтак реакційна суміш потрапляє безпосередньо до збірника (3) зануреним трубопроводом. У цих спорудах проходить закінчення реакції і в об'ємі реактора виділяється осад. Через певний час у міру нагромадження осаду на дні реактора, його відкачує шламонасос (6) через заглиблений трубопровід (5) в автомобільний транспорт (7). Пульпу використовують у сільському господарстві як рідке органічне добриво [367].

4.3 Висновки до розділу 4

1. Як підготовчу операцію для гранулювання деревних відходів досліджено кінетику сушіння деревних відходів у шарі залежно від висоти та

параметрів теплоносія. Встановлено, що процес протікає в першому та другому періодах, домінуюче значення має перший період. Визначено коефіцієнт сушіння в першому та другому періоді. Виміряно критичну вологість, залежну від висоти шару та температури теплового агента. Під час узагальнення результатів дослідження встановлено залежність для розрахунку критичної вологості.

2. Під час використання зв'язуючого компоненту відбувається формування брикетів із меншими тисками, що забезпечує певну статистичну міцність. Зв'язуюча речовина слугує мастилом, що зменшує сили тертя, а отже, енергетичні затрати на їх подолання. Доцільним методом подачі зв'язуючої речовини є його попереднє перемішування із деревними відходами. Найбільш придатна концентрація зв'язуючої речовини за умови екструзійного формування гранули – 20%. Це зумовлює передусім зростання теплотворної здатності гранули на 38% проти деревних відходів.

3. Використання зв'язуючої речовини дозволило знизити потужність двигуна на 40%, а також збільшити теплотворну здатність та густину отриманих паливних брикетів на 20% та 10% відповідно. Тиск, завдяки якому відбувалося формування без додавання зв'язуючої речовини, становив понад 1 ГПа, з додаванням зв'язуючої речовини – від 500 до 990 МПа.

4. Проведено ідентифікацію джерел забруднення поверхневих вод Покутсько-Буковинських Карпат; запропоновано технологічні та управлінські заходи для мінімізації екологічної небезпеки. Потребують досліджень і розроблення алгоритму мінімізації екологічної небезпеки такі види забруднень річкових вод Покутсько-Буковинських Карпат:

- мікробіологічне забруднення струмків та водотоків;
- органічні забруднення від невеликих підприємств переробної промисловості (виробництва спиртопродуктів, соків, пива, переробки молочних продуктів, плодово-ягідних консервів тощо), у яких відсутні зовсім або встановлені малоефективні очисні споруди;

5. Запропоновано технологію підвищення якості поверхневих вод із використанням волокнистого носія типу «ВІЯ».

6. Наведено результати розроблення методу очищення стічних вод джерел забруднень підприємств переробної промисловості невеликої продуктивності від органічних забруднень із використанням реагентних методів (застосування гіпохлориту натрію). Встановлено, що оптимальним є використання для очищення стоків гіпохлориту у співвідношенні 5 л/м³ стоку, що піддається очищенню. Наведено рівняння, яке описує кінетику окиснення органічних забруднень гіпохлоритом, шляхом ідентифікації теоретичного рівняння експериментальним даним встановлено значення константи швидкості процесу окиснення органічних домішок K_o , значення якої складає 0,074 1/с. Розроблено принципову технологічну схему процесу очищення стоків від органічних домішок.

Дані досліджень, описаних у 4 розділі, відображені в публікаціях автора [356-371].

РОЗДІЛ 5.

СИСТЕМА НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ, УПРАВЛІНСЬКИХ ЗАХОДІВ І ЗАЛУЧЕННЯ ГРОМАДСЬКОСТІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМ ТА НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ НАПРАВЛЕНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ

5.1. Заходи, ціллю яких є підвищення екологічної свідомості населення

5.1.1. Законотворча та виконавча природоохоронна діяльність держави. Законодавча система у галузі природокористування базується, в першу чергу, на ряді статей Конституції України, а також цілій низці законів України («Закон України про охорону навколишнього природного середовища», «Земельний кодекс», «Водний кодекс», «Закон про охорону атмосферного повітря», «Кодекс про надра» тощо), постанов, указів, підзаконних актів тощо [372].

Контроль за дотриманням діючого законодавства, виконання кримінальних покарань, застосування адміністративних стягнень за порушення належить до компетенції системи правоохоронних органів України (прокуратура, Міністерство внутрішніх справ України, Служба безпеки України, судова система) та Екологічної інспекції України. Практичне застосування цих механізмів контролю, наряду із широким їх висвітленням у засобах масмедіа є потужним інструментом виховної роботи щодо формування екологічної свідомості. Однак, слід відмітити, що існуюча в Україні система штрафів за порушення природоохоронних норм неадекватно відповідає рівню заподіяних довкіллю збитків. І, на жаль, у цьому випадку держава як суб'єкт підвищення екологічної свідомості своїми діями призводить до протилежної, негативної тенденції – анігіляції екологічної свідомості суспільства. Науковці, представники державних служб та громадських організацій Буковини за

останні 20 років (розпочинаючи із 1996) систематизували екологічне законодавство України у вигляді 11-томного видання «Збірник законодавчих актів України про охорону навколишнього природного середовища» та спеціальних зібрань нормативно-правових актів у галузі заповідної справи і лісового господарства [372].

5.1.2. Роль екологічної освіти в збереженні та відновленні екосистем Покутсько-Буковинських Карпат. Здійснюється екологічна освіта (освіта задля сталого розвитку) у регіоні в обсязі, що визначається існуючими програмами із вивчення дисциплін. Рівень підготовки вчительського складу є у значній мірі визначальним щодо якості отримуваних екологічних знань. Наймасовішою освітньою ланкою, в якій залучено всі верстви населення держави, є загальноосвітня школа. Тому вона є найефективнішою ланкою екологічного виховання та освіти за умови належного рівня організації.

Проблемою галузі екологічної освіти та виховання є її орієнтованість на формування знань в теоретичній площині основ фундаментальної та прикладної екології. В той же час аналітичним вмінням та можливостям застосовувати отримані знання в житті приділяється значно менша увага. Фундаментальні основи із проблем екології та охорони природи вивчають у шкільних предметах природничого змісту: «Географія», «Хімія», «Фізика», в курсах біології «Наш край», «Біологія рослин», «Біологія тварин», «Біологія людини», «Загальна біологія» та «Основи екологічних знань» тощо.

Однак особливості освітніх програм зумовлюють переважання набуття теоретичних знань над практичними навиками пізнання довкілля і тим більше не забезпечують проведення екологічних досліджень. Це зумовлює виникнення ситуації коли знання, які отримуються в школі, стають відмежованими від щоденного життя та існують самі по собі. Одним із методів вирішення цієї проблеми є створення позашкільної екологічної діяльності за такими видами: дослідницька робота, участь в олімпіадах та конкурсах,

запровадження практичної екологічної діяльності в гуртках відповідного спрямування.

Для навчання студентів за спеціальністю «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» науковці вишів Буковини видали більше двох десятків підручників та навчальних посібників під грифом МОН України з питань екології та управління природоохоронною діяльністю, зокрема «Заповідна справа», «Управління природоохоронною діяльністю», «Радіоекологія» та ін. [373].

Формування у дітей шанобливого ставлення до природи на основі отриманих фундаментальних теоретичних знань забезпечує також система позашкільної екологічної освіти та виховання. У міру дорослішання це формує новий тип особистості із екоцентричним світоглядом, екологічною культурою та екологічним мисленням. Тому важливою первинною ланкою в системі екологічної освіти та виховання є мережа позашкільних еколого - освітніх закладів. Якісно новий результат у підвищенні рівня екологічної освіти можна досягнути за рахунок кооперації, а у перспективі – інтеграції шкільної та позашкільної освіти. Значна роль тут належить Еколого-натуралістичному центру управління освіти ЧОДА (щорічні регіональні звіти до Національної доповіді). Важливість екологічної освіти для сталого розвитку важко переоцінити. Вдосконалення системи екологічної освіти, підвищення екологічної компетентності громадян та поступової трансформації світогляду населення від антропоцентричного до екоцентричного є важливим підходом щодо вирішення екологічних викликів сучасності. Розв'язання цілої низки проблем екологічної безпеки гірських регіонів неможливе без формування нових етичних норм, які б уже не були споживацькими. Важлива роль у формуванні таких норм покладається на екологічну освіту та виховання [413].

Таким чином, екологічна освіта є нині одним із найпотужніших важелів повороту людства в його ставленні до навколишнього середовища від руйнівного споживацького до бережливо-відновлювального.

Значною мірою цьому сприяло розроблення Концепції екологічної освіти в Україні, яку затвердила Колегія Міністерства освіти і науки України рішенням № 13/6-19 від 20.12.2001.

Важливе місце для екологічної освіти відведене в Національній доповіді «Освіта для сталого розвитку», предметною та концептуальною основою якої є саме екологічна освіта. Ставлення до природи як універсальної цінності проходить червоною ниткою у цих документах [374-376].

Проблемам якості екологічної освіти в останні десятиріччя приділяється значна увага. Серед фахівців постійно вказується на необхідність розвитку і чіткого дотримання принципу безперервної освіти при її екологізації.

Дошкільна освіта є самою першою ланкою, де можуть бути закладені основи екологічного світогляду та екологічно-орієнтованого ставлення до довкілля. Однак аналіз програмного матеріалу дитячих дошкільних закладів показав, що вони, звичайно, містять певну інформації про живу та фізичну природу, однак він не завжди має достатній обсяг для формування екологічної культури.

Другим етапом в системі безперервної екологічної освіти є шкільний рівень. На цьому етапі екологічна освіта проводиться шляхом впровадження предметів екологічного напрямку за рахунок варіативної частини навчальних планів та за рахунок екологізації навчальних дисциплін. Однак, слід відмітити, що далеко не всі педагогічні працівники звертають належну увагу на екологічні питання, мотивуючи це здобуттям учнями екологічних знань в процесі вивчення інших предметів. Це замкнуте коло зазвичай призводить до того, що матеріал з екології не висвітлюють у жодному зі шкільних предметів.

Особливу увагу хочемо звернути на те, що під час вивчення окремих шкільних предметів недооцінюють важливість виховного потенціалу природоохоронної та екологоосвітньої діяльності учнів. Екологічна тематика у виховній системі зустрічається тільки у вигляді поодиноких описів.

Унікальним потенціалом розвитку творчих здібностей учнів, формування екологічної культури особистості володіє система позашкільної еколого-натуралістичної освіти, завдяки гнучкості, мобільності та відкритості.

Проблематика екологізації освіти в Україні може бути розглянута на двох рівнях: загальнодержавного змісту освіти та її регіональних особливостей.

У регіонах, відповідно до зазначених документів, прийняли Регіональні концепції екологічної освіти. Зокрема в Чернівецькій області Регіональну концепцію екологічної освіти і виховання затвердило наказом Головне управління освіти і науки Чернівецької ОДА від 23.05.2012 № 348 [377]. На базі Регіональної концепції екологічної освіти та виховання розробили та затвердили «Регіональну програму екологічної освіти і виховання Чернівецької області на 2013-2017 рр.», терміни якої завершилися, та формується нова програма на п'ятирічний строк. Державна політика в галузі екологічної освіти детально представлена в «Стратегічних орієнтирах розвитку неперервної екологічної освіти у навчальних закладах Чернівецької області» [378]. Ця політика базується на принципах комплексності екологічної освіти і виховання та неперервності процесу екологічного навчання в системі освіти.

Спільні ефективні зусилля обласної державної адміністрації, державного управління охорони навколишнього природного середовища зумовили те, що Мінприроди визначив Чернівецьку область свого часу як кращу за впровадженням положень Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат. На III Конференції сторін Карпатської конвенції у м. Братиславі Чернівецьку область визначили як єдиного претендента від України на розміщення Постійного Секретаріату Карпатської конвенції.

Реалізація Регіональної програми екологічної освіти та виховання Чернівецької області на 2013-2017 рр. послужила справі реалізації принципів екологічної освіти, закладених у Регіональній концепції екологічної освіти та виховання, розвитку екологічного виховання особистості на наукових і

духовних принципах з урахуванням національних традицій та надбань, а також світового досвіду шляхом організації системної роботи із екологізації навчального та виховного процесів загальноосвітніх навчальних закладів області.

Анкетування, які ми проводили серед студентів перших курсів вишів регіону, свідчать, що під час вивчення шкільної програми більшість із них (майже 2/3 респондентів) не отримала бодай задовільних знань про цілісність екосистеми та взаємозумовленість процесів у природі. Ситуація у випадку анкетування жителів гірського регіону, на жаль, ще гірша. У них часто-густо немає розуміння таких понять, як-от «вичерпність ресурсів», «вразливість природних екосистем», «екологічно залежні захворювання» тощо. Як наслідок, немає розуміння причин кризового стану довкілля, і тим паче відсутні погляди щодо зміни складної екологічної ситуації. За цих обставин екологічна освіта і виховання змушена не тільки надати систематизовані знання про природу і суспільство, а також послужити основою для формування поглядів, переконань і відповідного ставлення до природи.

Значний обсяг роботи з екологічного позашкільного виховання виконує комунальний заклад «Чернівецький обласний центр еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді» [379]. Він надає школам методичну допомогу із питань позаурочної екологічної освіти.

Для її здійснення необхідно більше використовувати організаційно-дієві та рольові ігри. Вони повинні формувати активні позиції індивідуума, прагнення виробити навички до проєктування конкретних програм природоохоронного характеру. Мова йде про такий активний методичний прийом, як-от «ділові ігри». У предметі «Загальна біологія» необхідно акцентувати увагу на глобальний характер впливу людського суспільства на природу і її ресурси, розповідати про завдання щодо охорони природи, економічне і соціальне значення її організації в інших країнах. Учні повинні чітко уявити, що в епоху науково-технічної революції існування і якість

природних ресурсів значною мірою залежить від людини. Вивчаючи історію, наприклад, учні можуть дізнатися про ті величезні зміни, які людина внесла у природу у процесі цивілізації, і з'ясувати, як вони позначилися на розвитку суспільства. На уроках хімії можна розповідати учням про завдання раціонального використання неорганічної сировини, про охорону чистоти атмосферного повітря і водойм, про вплив отрутохімікатів на здоров'я людини. В курсі фізики – про небезпеку радіоактивного забруднення середовища тощо.

Необхідно задуматися також над тим, що дитина із народження оточена іграшками, котрі зображають звірів, птахів, слухає і вивчає казки, пісеньки та вірші про рослини і тварин. Перші її малюнки також про це. Тож чому виростають діти, які ламають дерева або вирізають на них імена, «серця», знущаються над звірятами, руйнують гнізда птахів?

Їм необхідно роз'яснювати, що всі живі істоти мають право на життя і що без них наше життя не буде повноцінним або взагалі може зупинитися. Необхідно, щоб кожен школяр ставився із почуттям протесту й відрази до будь-якого факту незаконного й несвоєчасного знищення звіра або птаха, оберігав кожне деревце, квітку.

Велике значення у пропаганді ідей охорони природи, прищеплення любові до природи, повинні мати екскурсії у природу та на заповідні території. Екологічна освіта, любов до природи, які молодь отримує у школі та у вищих навчальних закладах, повинні бути започаткованими у кожній сім'ї ще з дитинства. Першим кроком у цьому можуть бути прості слова «Не зривай», «Не вбивай», «Не пошкодь». Завершальним, але не останнім етапом в екологічній освіті є робота із активно працюючою частиною населення. Форми екологічного виховання на цьому етапі достатньо різноманітні. Це і проведення бесід, семінарів, тематичних вечорів, організація занять чи курсів.

У Чернівецькій області здійснюють велику просвітницьку та виховну роботу. Значну роль у ній відіграють середні навчальні заклади. У школах є предмети екологічного спрямування – «Екологія», «Рідний край»,

«Валеологія». Створені факультативи «Екологія», «Екологічна стежина». Цього року співробітники кафедри екології та біомоніторингу розробили концепцію екологічної освіти на регіональному рівні.

Гарним прикладом позашкільного екологічного виховання є робота об'єднання «Друзі природи» села Жилівки Новоселицького району, що очолює справжній ентузіаст збереження довкілля Марія Собко. Учасники учнівського товариства вивчають флористичний склад, місця зростання червонокнижних рослин, складають карти-схеми урочищ, створили регіональну Червону книгу. Проведення дослідницької та моніторингової роботи екологічного спрямування, робота щодо збереження, примноження та впорядкування зелених насаджень уздовж вулиць і доріг, впорядкування водних джерел, струмків, турбота про чистоту довкілля, виготовлення штучних гніздівель, годівниць для пернатих друзів, посадка лісу в урочищі «Гропи» – ось далеко не повний перелік практичної діяльності жилівських екологів. Шкільний гурток «Друзі природи» виховав не одне покоління жилівчан у повазі до природи. Вихованці гуртка є постійними учасниками районних, обласних і навіть всеукраїнських етапів екологічних конкурсів, проєктів, акцій: «Флора України – компас у зеленому світі», «Вчимося заповідувати», «Птах року», «До чистих джерел» та ін. Гуртківці неодноразово отримували нагороди Інституту ботаніки ім. М. В. Холодного НАН України, Союзу українок Америки, УДЕНЦ та ін. Чимало вихованців обрали собі відповідну професію екологів.

Що стосується вищої школи, то, на жаль, із навчальних планів багатьох спеціальностей (економічних, медичних, фізико-математичних) зникли курси «Основи екології». Студентам більш активно необхідно брати участь у конференціях, семінарах та акціях зі збереження навколишнього середовища та з проблем сталого розвитку.

Значний вклад у цю роботу вносять науковці Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та Чернівецького

факультету Національного технічного факультету «Харківський політехнічний університет». Зокрема, на кафедрі екології і права Чернівецького факультету НТУ «ХП» проводять дослідження, направлені на підвищення ефективності утилізації відходів деревини, оцінку санітарно-екологічного та гідрохімічного складу річкової мережі й оцінки ризиків на території національного природного парку «Вижницький». Науковці вишів Буковини активно працюють у громадських екологічних організаціях краю «Буковинська філія НЕЦУ «Крона», «Зелений світ Буковини», є членами науково-технічних рад НПП «Вижницький», НПП «Черемоський», НПП «Хотинський», радниками губернатора з питань екології, народними засідателями Апеляційного суду Чернівецької області, мають членство в НМК МОНУ з питань екології [380].

На базі кафедри екології та біомоніторингу ЧНУ ім. Ю. Федьковича створили громадську організацію «Чаргафф-фонд», яка щорічно проводить акції з озеленення міста, Дні Землі, організовує інформаційну роботу з населенням. Щороку проводять акції, присвячені Дню Землі, Місячник чистоти, конкурси плакатів на екологічну тему «Збережімо Землю!» тощо.

З переходом суспільства до моделі сталого прогресу одним із найважливіших завдань стає підготовка працівників техносфери, які мають високий рівень розвитку екологічної свідомості, здатних до біосферо-сумісної діяльності й прийняття екологічно відповідних рішень у системі «людина – техніка – природа». Однак вирішенню зазначеного завдання перешкоджає традиційно сформований технократичний нахил викладання предметів екологічного циклу у вищій технічній школі. Для виходу зі сформованої ситуації необхідно ввести до системи технічної освіти екоцентричну складову, що своєю чергою вимагає розробку нових завдань, методів, технологій та засобів екологічної освіти студентів технічних вишів.

Сучасні виклики та загрози для довкілля зниження техногенного навантаження на біосферу та екологізації вищої технічної освіти. Зокрема, в гірському регіоні Карпат, мова йде про подальшу екологізацію лісотехнічної

галузі. З цієї точки зору екологічна освіта виступає як суттєва соціальна проблема, від вирішення якої залежить перспектива розвитку збалансованих взаємин у системі «людина – техніка – природа». Це вимагає від системи освіти впровадження безперервності та постійності навчання, забезпечення різноманітності і різноманітності, оскільки без розвитку екологічної свідомості стає неможливим застосування екологічно чистих технологій та розумне ставлення до природних ресурсів.

Саме система освіти багато в чому формує якості особистості та саме в ній формується ресурс, який надалі людина реалізує в своєму житті. Отже, від якості освіти залежить те, як будуть уявляти люди своє місце у світі, і на які цінності будуть орієнтуватися. Екологічна освіта студентів технічних вишів усіх напрямків відіграє важливу роль у становленні свідомої екологічної та екологізованої діяльності фахівців, що відповідають за індустріальний розвиток суспільства. Переважно фахівців технічного профілю для регіону Покутсько-Буковинських Карпат готують Національний лісотехнічний університет України (м. Львів), Івано-Франківський національний університет нафти і газу, Чернівецький факультет НТУ «ХП», на яких і лежить відповідальність за подальшу екологізацію програм технічних дисциплін.

Значну увагу питанням впливу зміни екологічних факторів на здоров'я людини приділяють науковці Буковинського державного медичного університету. Оскільки поняття «екологія» містить у собі значно більше питань, які належать до екопатофізіології, зважаючи все викладене, необхідно констатувати, що поняття «екологія людини» «екологічні захворювання» є значно ширшими, і містять у собі набагато більшу сферу інтересів, у яку входить дуже багато проблем.

Необхідне розуміння того, що в основі розвитку екологічних хвороб лежить порушення природних зв'язків людини із середовищем проживання. А ці зв'язки стосуються різноманітних аспектів як функціонування людського організму, так і його впливу на довкілля. Саме тому, поряд із вивченням

факторів, що впливають на «здоров'я людини», варто постійно пам'ятати про «здоров'я екосистеми». Перше потрібно розглядати в тісному зв'язку із другим.

Відповідно до цього можна зробити висновок, що екопатофізіологія – це галузь патофізіології, яка займається вивченням причин, механізмів розвитку і закінченням хвороб, викликаних порушенням природних зв'язків людини з середовищем її проживання.

Участь навчальних закладів та громадських організацій у процесі здійснення екологічної освіти та виховання детально представлена у зібраннях міжнародних наукових конференцій «Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки» (Чернівці, 2002-2007 рр.) [380], матеріалах Горбуновських читань (Чернівці, 2011-2016 рр.) [381], «Розвиток прикладної екології на Буковині» [382] та низки інших видань [383].

Природно-заповідні установи виступають як центри, що забезпечують можливість впровадження екологічної освіти та виховання, розвитку цілеспрямованого впливу на світогляд, поведінку і діяльність населення. Метою цього є необхідність формування екологічної свідомості та залучення людей до збереження природної спадщини. У районі Покутсько-Буковинських Карпат розміщені три національні природні парки (НПП): «Вижницький», «Черемоський» та «Гуцульщина». У своїй освітньо-виховній роботі об'єкти природно-заповідного фонду опираються на Закони України «Про природно-заповідний фонд», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про екологічну освіту», «Про молодіжні дитячі громадські організації», Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України № 140 від 21.09.98 «Про затвердження Положення про еколого-освітню діяльність заповідників і національних природних парків України», рішення колегії Міністерства освіти і науки України № 13/6-19 від 20.12.2001 «Про концепцію екологічної освіти України», Регіональні концепції екологічної освіти та виховання тощо.

Основною метою здійснення екологічної освіти є формування у населення екоцентричного типу екологічної свідомості, що означає відсутність протиставлення людини і природи та споживацького ставлення до останньої.

В основу здійснення екологічної освіти на теренах НПП покладені принципи гуманізму, науковості, збереження та захисту навколишнього середовища, комплексності, безперервності, систематичності екологічної освіти та виховання. Варто більше уваги приділяти створенню на територіях НПП екологічних стежин, екологічних таборів, еколого-просвітницьких центрів, музеїв природи тощо, що дасть можливість поєднати процес екологічного виховання із питаннями економічного розвитку територій та збалансованого розвитку регіону.

Логічним було б також поєднання основного матеріалу цілої низки технічних та природоохоронних навчальних курсів і норм екологічного законодавства, що в багатьох випадках не передбачені програмою. Зокрема під час підготовки фахівців-екологів доцільно було б на вивченні таких дисциплін (ландшафтна екологія, екологія людини, техноекологія, урбоекологія) відобразити безпосередній зв'язок окремих тем із природоохоронним законодавством.

Досить важливим моментом формування екологічно грамотного фахівця-еколога є екологічне виховання. Навчання та виховання – дві «нерозривні сторони медалі». Екологічна освіта зумовлена суспільним екологічним світоглядом. Серед найактуальніших завдань екологічного виховання є формування аналітичних здатностей бачити на перспективу екологічні наслідки щоденного втручання в природні процеси, формування стійкого менталітету, спрямованого на раціональне природокористування та розуміння відповідальності за свої дії стосовно навколишнього природного середовища. Варто зазначити, що для жителів гірської місцевості вродженим є високий рівень екологічної культури та ставлення до основних святинь: води, лісу, землі. Проте в результаті важких матеріально-економічних та соціальних

обставин життя, а також світових тенденцій до зростання експлуатації природних ресурсів, світоглядні цінності горян перероджуються.

Саме тому екологічна освіта як цілісне культурологічне явище повинна бути спрямованою на формування екологічної культури як складової системи національного та громадянського виховання всіх верств населення України, екологізацію навчальних дисциплін та програм підготовки, а також на професійну екологічну підготовку через базову екологічну освіту.

Сучасна екологічна освіта повинна носити не стільки констатуючий характер про стан навколишнього середовища, але й повинна формувати вміння населення прогнозувати виникнення кризових ситуацій. Особливо це важливо для гірських територій, де загрозові техногенні небезпеки носять різко прогресивний стрімкий характер (скажімо, лавини, паводки, селеві потоки тощо).

Найбільш перспективним методом ідентифікації зон підвищеної екологічної небезпеки є оцінка екологічного ризику. Вона дозволяє визначити допустимий антропогенний тиск із метою збереження рівноваги природного середовища. Ефективність дослідження значно підвищується під час створення автоматизованих систем контролю за станом навколишнього середовища. Варто зазначити, що такий підхід у гірських регіонах Українських Карпат використовують вкрай недостатньо, зокрема впровадження методології оцінки екологічного ризику окремих компонентів довкілля.

Процедура ідентифікації небезпек є початковим етапом оцінки екологічного ризику. На цьому етапі здійснюють вибір пріоритетних та шкідливих факторів, які є необхідними та достатніми для характеристики рівня ризику й джерел його виникнення. Важливим є також встановлення причинних зв'язків між впливом потенційно небезпечного фактора і розвитком несприятливих ефектів та наслідків у об'єкта впливу.

Комплексний характер екологічної освіти найімовірніше може сприяти збереженню довкілля та збалансованому розвитку гірських територій, що є зоною підвищеного ризику для здоров'я населення та екосистеми загалом.

5.1.3. Діяльність громадських організації, що направлена на забезпечення сталого розвитку Українських Карпат. Трагедія на ЧАЕС, «Чернівецька хвороба», викид солей у Дністер Стебниківським хімкомбінатом, безліч інших менш гучних екологічних бід наприкінці 80-х років минулого сторіччя потрясли Україну. Політична відлига того часу, зняття грифу секретності із цілої низки екологічних документів, приплив інформації через міжнародні громадські зв'язки, що почали тоді налагоджуватися, – все це послужило зародженню екологічного «зеленого» руху в Західному регіоні України. Облисіння дітей у Чернівцях (хвороба під назвою алопеція), страх тисяч людей перед невідомою загрозою згуртувала їх у 1988 р. в організацію «Зелений рух Буковини». Саме цьому об'єднанню судилося стати провісником першої в Україні офіційно зареєстрованої громадської екологічної організації «Зелений світ України». Співголовою її був обраний професор Чернівецького держуніверситету Леонтій Сандуляк – людина ще мало відома на той час в Україні, але вже досить популярна серед жителів Буковини.

Все було: масові акції та виступи людей зі справедливими вимогами з'ясувати причини екологічних бід; підтримка сотень тисяч людей тих політичних лідерів, які захищали право людини на чисте довкілля і виборювали мандати до парламенту держави. Але було й інше, ще важливіше, на наш погляд. Було підготовлено добрий ґрунт, у який лягло насіння демократичної перебудови суспільства через активізацію самосвідомості людей шляхом створення ними громадських об'єднань. Закінчилися часи монополії однієї політичної сили на «серця та розум» людей. На зміну їй прийшла конкуренція поглядів на суспільство та природу. Цей період справедливо можна назвати періодом зародження (I) громадського екологічного руху в Україні (таблиця 5.1). На зміну цьому швидкому та

бурхливому періоду прийшов другий (II) – період організаційного становлення та тривалої копіткої праці.

Чи існували громадські екологічні організації в Карпатському регіоні, та і в Україні, до 1988 року? Звісно, існували. Перш за все це наймасовіша громадська екологічна організація «Українське товариство охорони природи» (УТОП). По суті, це товариство об'єднувало мільйони людей, які нібито «на добровільній основі» сплачували внески і підтримували справу охорони природи в державі. Але насправді вони фінансово підтримували чисельний штат працівників центрального та місцевого апарату УТОП, і аж ніяк не могли впливати на «екологічну» політику держави. Власне, говорити можна було лише про деяку частково просвітницьку функцію УТОП. Радше це була не громадська, а державна організація, яка отримувала в держави не тільки приміщення та кошти на своє існування, але й виконувала чіткі державні вказівки, спрямовані на однобокий послух та виховання «тихих» споглядачів за катастрофічною деградацією довкілля. Після того, як Верховна Рада прийняла Закон України «Про об'єднання громадян», УТОП разом з іншими, вже наявними на той час в Україні неформальними громадськими екологічними організаціями, пройшли процедуру реєстрації в органах юстиції і набули статусу екологічних неурядових організацій (екоНУО).

Умовно перший («зародковий») етап становлення громадського екологічного руху характеризувався малою чисельністю самих організацій та достатньою згуртованістю рядів громадських активістів. Так, фактично до 1992 року на Буковині активно працювала лише одна НУО, що мала назву на період свого створення (1988 р.) «Зелений рух Радянської Буковини». Саме «розвиток загальнодемократичного та національно-визвольного рухів у колишньому СРСР дав змогу «зеленим» завершити остаточну політизацію, перейнявши деякі форми політичної роботи у демократичного та національно-визвольних рухів, отримати їхню цілковиту підтримку у ході проведення національних екологічних акцій, взяти активну участь у перших

демократичних виборах». У такий прийом Буковина змогла отримати мандат у депутатському корпусі колишнього Союзу для лідера громадського екологічного руху професора Леонтія Сандуляка.

На зміну цьому швидкому та бурхливому періоду прийшов період становлення. Кінець ХХ сторіччя характеризується деяким зменшенням громадського індексу «Зеленого світу» в Україні [384]. Але, незважаючи на це і не вдаючись до аналізу розколу в центрі, в нашому регіоні «Зелений світ» залишався у достатній мірі дієвою та монолітною організацією. У 1991 р. Міністерство юстиції України реєструє ще одну громадську екологічну організацію – Національний екологічний центр України (НЕЦУ), основним завданням якої стало згуртування інтелектуального потенціалу довкола ідей збереження довкілля. Почали створювати філії НЕЦУ і на Західній Україні – у Львові, Чернівцях, Ужгороді, Івано-Франківську, Коломиї [385].

Варто зазначити, що вже в цей час набирають силу тенденції катастрофічного обвалу в економіці держави, зубожіння науковців, дефіциту коштів на наукові екологічні дослідження. І значна частина науковців вливається в ряди екологічних організацій, зберігаючи свій мозок від «іржавіння» і бажаючи використати існуючі знання для збереження довкілля. Наголошую, що це є моя особиста думка, з якою багато хто може не погодитися, і що вона ґрунтується на багаторічному аналізі фактів та подій у нашому регіоні. Сприяє розвитку громадського екологічного руху в цей час і допомога міжнародних екологічних організацій та фондів. Це були найбільш вагомими рушійні сили періоду становлення [412].

З'являються десятки нових та активізують роботу вже існуючі екологічні організації. На Буковині це дитячий екологічний клуб «Водограй» (із гірського села Банилова-Підгірного), учнівське екологічне товариство «Паросток», студентська дружина охорони природи, товариства: «Стежарул», «Пам'ятка природи», «Лавр благородний». У Львові – «Товариство Лева», «Карпатська школа», «Експедиція Дністер», «Екоправо», львівська філія НЕЦУ. В

Ужгороді – «Екоекс», «Рутенія» та ціла низка інших, менш відомих, екологічних громадських організацій. Дитячі екологічні експедиції, організовані «Водограєм», традиційні фестивалі до Всесвітнього дня Землі, які проводив «Паросток», «Зелені толоки» ініційовані «Кроною» та «Зеленим світом Буковини», безліч інших масових екологічних акцій стали добре відомими далеко за межами Буковини і сформували свого роду візитну картку для громадського екологічного руху Карпатського регіону [386, 387].

Ці організації стали справжніми центрами кристалізації екологічного руху в регіоні. Проведення спільних та узгоджених екологічних акцій, семінарів, тренінгів, міжнародних конференцій сприяли ланцюговій реакції зародження нових екологічних організацій на Буковині, Прикарпатті та Закарпатті.

За 10 років індекс громадських екологічних організацій у краї різко зріс. Нині лише на Буковині (найменшій із областей України) в регіональному управлінні юстиції офіційно зареєстровано 10 екоНУО, кожна із яких має свою «екологічну нішу» діяльності та розрахована на певну аудиторію.

Одним із перших послідовників «Зеленого світу Буковини» стала Буковинська філія НЕЦУ «Крона», що була зареєстрована 27 березня 1992 року в Національному екоцентрі України. Ця організація була створена для консолідації зусиль учених, фахівців, громадськості у справі поліпшення стану довкілля на Буковині та співпраці з екологічними організаціями країн Карпатського регіону. Конференція лідерів екоНУО за участю представників Польщі, Словаччини, Румунії та України вирішила розпочинаючи вз 1995 року обрати «Крону» координатором програми із об'єднання зусиль екоНУО країн Карпатського регіону. Впродовж декількох років на базі організації проведено три тематичні міжнародні конференції лідерів екоНУО: «Збережемо малі ріки басейну Дунаю» (липень 1995 р.), «Співпраця громадських екоНУО та державних природоохоронних служб у справі збереження довкілля» (жовтень 1995 р.), «Роль громадськості та науковців у збереженні природи Карпат»

(жовтень 1996 р.). Отримавши фінансову підтримку від Карпатського фонду, Буковинська філія НЕЦУ «Крона» роками проводила семінари-тренінги для неурядових організацій, серед яких особливе місце належало семінарам із правового забезпечення діяльності громадських неурядових організацій (НУО), сприяння прискоренню ратифікації Орхуської конвенції парламентом України, залученню громадськості до прийняття рішень у сфері охорони довкілля. Ці семінари окрім навчальних цілей сприяли також зворотному зв'язку громадськості із органами юстиції та подальшому вдосконаленню законодавчої бази й узгодження її з міжнародними правовими інструментами [388].

Непогані проекти реалізували громадські екологічні організації краю спільно із органами місцевого самоврядування. Так, зокрема Рада директорів Карпатського фонду (Кошіце, Словаччина) високо оцінила більш ніж п'ятирічний досвід громадських екологічних організацій Буковини «Крона» та «Зелений світ» із організації в місті спільно з міською радою місячника із благоустрою під назвою «Зелена толока» і нагородила кращий досвід у країнах Карпатського регіону першою премією в розмірі 10 тисяч доларів США.

На базі офісу «Крони» створено інформаційно-консультативний центр для потреб екоНУО регіону із відповідною базою даних про міжнародні фонди та екоНУО країн Карпатського євро регіону. Роботу центру та його офісу постійно висвітлюють на сторінках місцевої преси, в програмах державного та комерційного телебачення. Студія «Екофільм» (яку очолює професійний кінорежисер В. Фесенко) за останні роки за підтримки ISAR створила цілу серію екологічних відеофільмів (із досвіду роботи «Крони»): «Кинути зерно», «Дерево життя», «Чи виживуть ліси Карпат?» та ін., які неодноразово демонстрували на українському державному та місцевих каналах телебачення (тиждень екофільму).

Основною стратегією на зазначений момент часу стає започаткування масових природоохоронних акцій («Парк славетним людям та пам'ятним

датам у житті України», «Купальська ніч на гірських озерах Карпат», «Зелена толока» та ін.), де проходили школу гарту сотні молодих лідерів НУО.

Саме в таких акціях відбувалося становлення цілої низки громадських екологічних організацій. Так, зокрема хочеться відзначити екологічні слухання громадської екоНУО «Стежарул» (червень, 1997) про доцільність розширення Дністровської гідроакумуючої підстанції та екологічної експертизи щодо існуючої сьогодні Дністровської ГЕС та «Зеленого світу Буковини» стосовно екологічних слухань про стан довкілля в регіоні (березень, 1998). Ці слухання зібрали представників громадськості майже всієї Західної України і викликали неабияку зацікавленість із боку самих різноманітних державних служб та відомств. У слуханнях брали участь чотири депутати Верховної Ради України, заступник міністра Мінекобезпеки України, інші державні службовці. Слухання набули великого резонансу в засобах масової інформації. Це були другі в Україні (після громадських слухань у Миколаєві з питання розширення Південноукраїнської АЕС) та перші в Карпатському регіоні слухання, де громадськість, користуючись своїм правом, задекларованим у Конституції України, Законі України «Про інформацію», Орхуській конвенції та інших нормативно-правових документах, зробила обґрунтований запит до відповідних державних природоохоронних служб і спромоглася отримати відповідь. Ще одним прикладом важливого проєкту було започаткування у Чернівцях у 1996 році справи зі систематизації та впорядкування природоохоронного законодавства. Так, завдяки плідній співпраці громадських екологічних організацій краю «Крони», «Зеленого світу Буковини» із управлінням юстиції в Чернівецькій області, у 1996 виходить перший том сьогодні вже одинадцятитомного зібрання основних законодавчих актів України в галузі охорони навколишнього природного середовища (головний упорядник – Павло Цицима). Це була перша і досить вдала спроба, яка отримала високу оцінку Мінекобезпеки й особисто тодішнього міністра

Юрія Костенка, Спілки юристів України, Міністерства юстиції України та цілої низка державних і громадських організацій України [389, 390].

В середині 90-х років громадський екологічний рух у Західному регіоні України входить у наступний етап свого розвитку – етап «експоненціального росту» чисельності організацій. Тільки за один 1996 рік кількість офіційно зареєстрованих екоНУО на обласному рівнях в управліннях юстиції збільшується. На сьогодні, відповідно до Закону України «Про громадські організації»(2012), більшість із екоНУО регіону пройшли перереєстрацію в органах юстиції.

Із ініціативи Буковинської філії Національного екоцентру України «Крона» в грудні 1996 року в західному регіоні України створена асоціація громадських екологічних організацій Буковини та Галичини «Зелений рух Карпатського регіону». Асоціація працювала за принципами Європарламенту, налічувала 21 екоНУО Чернівецької та Івано-Франківської областей і провела більше десятка засідань та зустрічей. Інформаційно-консультативний центр при офісі «Крони» забезпечує членів асоціації інформацією про діяльність фондів, проводить для них семінари-тренінги з фандрайзингу та стратегічного планування.

Як координатор Буковинська філія НЕЦУ «Крона» тісно співпрацює з громадськими екологічними організаціями Львівщини («Товариство лева», «Карпатська школа», «Еко-право-Львів» та ін.), Закарпаття («Екоекс», «Рутенія»), Івано-Франківщини («Едельвейс», «Велес», «Екоплай» та ін.), налагоджено контакти майже з двома десятками екоНУО країн Карпатського Єврорегіону .

Неабияке значення для становлення авторитету екоНУО Карпатського регіону України мала їхня переорієнтація із політики протистояння «всіх і всіх» (характерної для періоду становлення більшості громадських організацій) на реалізацію конкретних міжнародних екологічних проєктів. Можна було б навести десятки прикладів, коли довкола ідеї однієї із

громадських екологічних організацій об'єднувалися інші і спільно реалізовували її. Це і закладання в Карпатах парку пам'ятних дат та на пошану великих людей України, і міжнародні екологічні табори за участю екоНУО Словаччини, Болгарії, Польщі, і міжнародні конференції та семінари, і започаткування інформаційних та ресурсних центрів, і входження екоНУО Західної України в асоціацію «Екоміст» тощо [413].

Таблиця 5.1 – Періоди становлення громадського екологічного руху в регіоні Покутсько-Буковинських Карпат

Періоди становлення	зародження (1988 -1993)	організаційного становлення (1994-2000)	спеціалізації, професіоналізму (2001 – донині)
Форми роботи	акції протесту пікетування	конференції, обмін делегаціями	наукове обґрунтування, участь у ОВД, правовий захист
Рівень міжнародних стосунків	ознайомчий	вивчення досвіду, проекти організаційної підтримки	спільні проекти з порубіжними країнами

Загалом Карпатський регіон України на сьогоднішні характеризується достатньо розвинутою мережею громадських екоНУО, які зарекомендували себе в реальних проєктах для розвитку громад.

Як ефективний приклад залучення громадськості до формування місцевих планів дій можна також навести безліч фактів. Так, у січні 2000 року із подання громадської екологічної організації «Друзі парку» на сесії Чернівецької обласної ради 2001 рік вирішили проголосити роком заповідних об'єктів Буковини та оголосили конкурс на кращий проєкт зі збереження і раціонального використання об'єктів природно-заповідного фонду із виділенням відповідного гранту з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища. І ще приклад: з ініціативи громадських активістів «Крони» та «Зеленого світу Буковини» науковці кафедри екології і права

Чернівецького факультету Національного Технічного Університету «Харківський політехнічний інститут» у 1998 році на базі зазначеного навчального закладу започаткували теоретичний семінар «Екологічні проблеми Буковини». За досить короткий час семінар вийшов за рамки вузівського і сьогодні є справжнім місцем апробації інноваційних ідей та проєктів, спрямованих на формування та реалізацію місцевих екологічних планів дій. На одному із таких засідань пройшла апробацію «Перспективна програма екологічного розвитку міста Чернівців», яку презентувала міська санітарно-екологічна служба. Після заслуховування та обговорення цієї програми учасники семінару прийняли рішення звернутися до міського голови із пропозицією оголосити конкурс на кращий проєкт екологічного розвитку міста Чернівців. До громадськості почали прислухалися [390]. У 2001 році Чернівецька міська рада оголосила такий конкурс та виділила спеціальний призовий фонд для нагородження переможців. А вже у 2002 році «Концепцію сталого екологічного розвитку міста Чернівців» затвердили на сесії міської ради.

Цілий ряд проєктів громадських екологічних організацій були спрямовані на сталий, збалансований розвиток гірських територій, зокрема Покутсько-Буковинських Карпат. В таблиці 5.2 наведено перелік тільки деяких із них.

На особливу увагу заслуговує проєкт, який реалізує останніми роками громадська екологічна організація «Едельвейс» із міста Косова, що на Івано-Франківщині, в рамках Програми місцевих екологічних планів дій. Те, що Косів був вибраний однією із семи демонстраційних громад в Україні, є ще одним доказом росту авторитету екоНУО в регіоні.

На особливу увагу заслуговує проєкт, який реалізує останніми роками громадська екологічна організація «Едельвейс» з міста Косова, що на Івано-Франківщині, в рамках Програми місцевих екологічних планів дій. Те, що Косів був вибраний однією із семи демонстраційних громад в Україні, є ще одним доказом росту авторитету екоНУО в регіоні.

Таблиця 5.2 - Проекти реалізовані екоНУО, що направлені на сталий розвиток
Покутсько-Буковинських Карпат

Найменування проекту	Задіяні організації	Роки	Практичне значення
1	2	3	4
«Гай пам'яті начального пластуна України Юрія Старосольського»	Буковинська філія НЕЦУ «Крона» та «Зелений світ Буковини» (м. Чернівці), «Екоплай» (м. Яремче), «Наш дім» (м. Івано-Франківськ)	1993	створення асоціації громадських організацій «Зелений рух Карпатського регіону»
«Зелений пояс Карпат»	асоціація «Зелений рух Карпатського регіону»	1994-1995	об'єднання зусиль влади та громади для збереження та відтворення лісів Карпат
Екологічні табори	«Водограй» (с. Банилів-Підгірний), «Крона», «В гармонії з природою» (м. Чернівці), «Паросток» (м. Чернівці), «Наш дім»	1993-2018	екологічна просвіта
Пілотний проект з формування регіональної екологічної мережі	«Крона», «Зелений світ Буковини»	2004-2006	картосхема мережі, опис елементів
обґрунтування створення НПП «Черемоський», розширення НПП «Вижницький»	«Крона», «Друзі парку» (сmt. Берегомет), «Зелений світ Буковини»	2007-2008	Указ Президента про створення та розширення НПП

продовження таблиці 5.2

1	2	3	4
Програма місцевих екологічних планів дій	«Едельвейс», «Центр громадських ініціатив» (м. Косів)	2013-2017	зміцнення місцевих громад
«Карпатська школа»	«Центр громадських ініціатив», «Зелене досье» (м. Київ), «Всесвітня лабораторія» (м. Львів), НЕЦУ (м. Київ)	2014-2018	екотуризм, екологічна освіта, сталий розвиток гірських регіонів,

Початок 2000-х характеризується активною участю екоНУО карпатського регіону в підготовці до Міністерської зустрічі «Довкілля для Європи» (Київ, 2003) та підготовці й обговоренні тексту Карпатської конвенції. В останні роки екоНУО регіону реалізує безліч проєктів зі збереження великих ссавців Східних Карпат («Наш дім», Івано-Франківськ), створює та розширює мережі об'єктів ПЗФ, а також формує екомережі («Крона», «В гармонії з природою», Західний центр-Львів та ін.)

2004-2005 рр. – реалізація проєкту із розбудови регіональної екомережі на прикладі Чернівецької області (наукове обґрунтування створення НПП «Черемоський» та НПП «Хотинський») – спільно із науковцями-експертами, держуправлінням екоресурсів у Чернівецькій області. Ініціатива та обґрунтування розміщення в м. Чернівцях офісу Карпатської конвенції. А це імідж, інвестиції, міжнародні програми з розвитку гірських районів Карпат.

Підсумовуючи викладене, ще раз хочемо акцентувати увагу на основних напрямках діяльності НУО нашого регіону. Перш за все це екологічна просвіта населення, виховання екологічної культури в суспільстві, юридичний захист населення в забезпеченні прав людини на чисте навколишнє середовище, громадська екологічна експертиза, участь у розробці природоохоронного

законодавства, вплив на владні структури через конкретні практичні акції, проведення спеціалізованих екологічних таборів та організація дозвілля молоді на природі, проведення семінарів, тренінгів, літніх шкіл для лідерів екоНУО тощо.

Давно вже назріла потреба в створенні в регіоні (мабуть, і в державі теж) потужних спеціалізованих екологічних сервісних центрів, які могли б налагодити електронну мережу та безкоштовний доступ до неї НУО-партнерів, надавати НУО якісні поліграфічні послуги, проводити навчання-тренінги та зорганізовувати конкурси малих грантів на підтримку громадських ініціатив, тощо.

Україна, ввійшовши нині в новий історичний період незалежного державного розвитку, повинна розглядати екологічний імператив як один із найважливіших факторів виживання української нації. Адже колонізаторська екологічна політика владних структур колишнього імперського центру, високий рівень концентрації промисловості та неефективне сільське господарство, багаторічне використання природних ресурсів призвели до того, що сьогодні Україна екологічно стала однією з найбільш занапащених країн Європи.

На думку О. Стегнія [391] в структурі громадської думки України, на жаль, превалює погляд про їхню вторинність, якщо порівняти із проблемами державотворення, національного відродження, економічного становлення тощо. А брак об'єктивної та повної екологічної інформації, препарування її в засобах масової інформації і сьогодні не дає змоги оцінити важливість і першочерговість екологічних проблем самому народові України.

Україні потрібна програма виходу із еколого-економічної кризи. В основу такої програми повинно бути покладено органічну єдність еколого-економічних принципів національно-державного відродження та міжнародного партнерства.

У цьому спрямуванні екологічна громадськість Західного регіону України пропонує свого роду «ДЕСЯТЬ заповідей транскордонного, де віддзеркалені основні принципи екологічно збалансованого розвитку карпатсько-дунайського регіону [386].

Залучення громадськості до реалізації Міжнародних угод, конвенцій (Бонська, Рамсарська, Карпатська та ін.), які підписала та ратифікувала Україна, сприяє виконанню державою взятих на себе обов'язків, може послужити справі формування її іміджу, дає перспективи відкритого діалогу та довіри країн-сусідів, і, що найголовніше, працює на екологічну безпеку регіону та служить гарантом екологічно-збалансованого розвитку регіону з мінімальними збитками для природних екосистем.

5.1.4. Роль церкви та засобів масової інформації в екологічній просвіті. В Україні, де збереглися (особливо серед сільського населення) традиції визначального авторитету церкви, можуть служити і служать могутнім виховним фактором екологічної свідомості проповіді духовенства, реальні природоохоронні акції, які здійснюють під керівництвом церкви. Проповіді на екологічну тематику та опис природоохоронних заходів, які впроваджують під патронатом церкви, можна знайти на сайтах усіх церков, які функціонують в Україні.

Роль масмедіа у вихованні екологічної свідомості суспільства значна. Такою ж мірою це стосується як спеціальних друкованих видань та передач радіо і телебачення, так і використання природоохоронної тематики у всьому комплексі інформації, яку доводять до суспільної свідомості. Й оскільки між масмедіа та суспільством існує гнучкий зв'язок і тематика масмедіа повинна відповідати потребам суспільства (тільки тоді інформація буде жаданою), то саме зростання останнім часом інформації на природоохоронну тематику є непрямым свідченням зростання екологічної свідомості суспільства. Варто очікувати, що з часом ця тенденція буде посилюватися.

Стратегія мінімізації суспільно створеної екологічної небезпеки будь-якого масштабу повинна містити комплекс заходів:

- 1) нормативно-правового характеру (перший етап пропонованої системи заходів);
- 2) технологічного характеру (другий етап пропонованої системи заходів);
- 3) виховного та консультаційного характеру.

У комплексі заходів виховного характеру можна виділити дві складові:

- власне виховна робота (підвищення рівня екологічної свідомості);
- суспільна діяльність, направлена на ліквідацію екологічної небезпеки як результат виховної роботи.

Детальний аналіз найважливіших суб'єктів формування екологічної свідомості приведено вище. Варто лише додати, що підвищення екологічної свідомості населення гідроекосистеми Покутсько-Буковинських Карпат повинно поєднуватися із підвищенням рівня знань населення шляхом проведення професійних консультацій із антропогенної діяльності, пов'язаної з можливим виникненням негативного впливу на водоохоронні зони:

- застосування науково обґрунтованих доз внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські культури;
- запровадження нових ресурсозберіжних та екологічно безпечних технологій у рільництві – крапельне живлення, капсульовано мінеральні добрива;
- запровадження екологобезпечних технологій у тваринництві;
- запровадження спеціальних правил поводження у водоохоронних зонах гідроекосистеми Покутсько-Буковинських Карпат.

Таким чином, для ліквідації суспільно створеної екологічної загрози (деградації охоронних зон поверхневих водойм внаслідок запровадження господарської діяльності) необхідно також зусилля всього суспільства, екологічна свідомість якого внаслідок проведених виховних засобів підвищилася. І тільки за умови мобілізації цих зусиль, впровадження

відповідної нормативної бази та необхідного технологічного забезпечення можлива мінімізація відповідної екологічної загрози для інтересів збалансованого розвитку суспільства [412].

5.2. Перспективи та стан розбудови екомережі на території Східних Карпат

Важливою передумовою формування екомережі в регіоні є розширення мережі заповідних об'єктів у Карпатській гірській країні.

У цьому плані є певні здобутки на шляху розбудови Карпатської мережі природоохоронних об'єктів, що формується відповідно до положень Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат. Згідно зі статтею 4 Карпатської конвенції, сторони співпрацюють щодо розвитку екомережі в Карпатах як складової частини Всеєвропейської екомережі, створюють та підтримують природоохоронні території, а також посилюють заходи щодо збереження та сталого управління на землях, розташованих за межами природоохоронних територій. Добрим аналогом, навіть еталоном, для нас може слугувати Альпійська мережа природоохоронних територій, сформована значно раніше. Саме тому розвиток партнерства між Альпійською та Карпатською мережею природоохоронних територій є вагомим фактором збереження довкілля в Європі. Впродовж останніх двох років Мінприроди України доклало чимало зусиль у цьому спрямуванні. Це перш за все результати, досягнуті на зустрічах у Будапешті (Угорщина, березень, 2004 р.), Закопане (Польща, травень, 2004 р.), Берхтесгадені (Німеччина, червень, 2004р.) та ін.

До складу Карпатської мережі природоохоронних об'єктів можуть входити такі установи: Карпатський біосферний заповідник; природні заповідники «Горгани» та «Розточчя»; національні природні парки: Синевир, Карпатський, Гуцульщина, Яворівський, Сколівські Бескиди, Ужанський, Вижницький, Галицький; регіональні ландшафтні парки: Надсянський,

Зачарований край, Дністровський, Поляницький, Верхньодністровські Бескиди, Знесіння, Чернівецький, Черемоський. В українській частині Східних Карпат склалася надзвичайно сприятлива ситуація щодо територіальної охорони гірської екосистеми. Понад 30 % цієї території займають національні парки та біосферний заповідник [392-398].

Карпати – це регіон зі значними площами незайманих природних територій з їхнім унікальним та різноманітним природним середовищем, найбільшою територією пралісових екосистем, середовищем існування багатьох рідкісних та ендемічних видів рослин і тварин. Охорона і сталий розвиток Карпатського регіону потребує міжнародної співпраці у її вирішенні.

1999 року в Європі створили перший тристоронній міжнародний біосферний резерват «Східні Карпати», що охоплює шість сусідніх охоронних територій Польщі, Словаччини та України. Він містить деякі із найменш змінених екосистем, зокрема частину найбільшого у Європі комплексу природних букових лісів, східнокарпатські гірські луки – полонини. На цій території охороняють ендемічні та ті, що перебувають під загрозою зникнення, види й угруповання гірських рослин. Тут один із найбільших центрів природного поширення великих ссавців у Європі. До унікальної фауни входять, як усі природні для цієї території види великих ссавців: бурий ведмідь, вовк, рись – так і практично всі великі рослиноїдні ссавці, зокрема зубр, олень, а також реінтродукований кінь гуцульський та бобер.

Цей другий за величиною європейський гірський резерват біосфери площею 213,2 тис. га (польська частина – 53,4%, словацька – 19,1%, українська – 27,5% загальної площі) має шість природоохоронних територій: Бещадський національний парк, Ціснянсько-Ветлінський та Долину Сяну (регіональні ландшафтні парки в Польщі); Ужанський національний природний та регіональний ландшафтний парк «Надсянський» (Україна); Національний парк «Полоніни» (Словаччина).

З 2004 року кордон Європейського союзу розділив резерват «Східні Карпати». Проте тристоронній резерват і досі варто розглядати як єдину територію, що повинна підлягати транскордонній охороні та спільному менеджменту.

1998 року в рамках проєкту Phare Credo (98-RO/UA-25-S-04) були розпочаті роботи зі створення в Карпатах ще одного транскордонного біосферного резервату «Гори Мараморощини» [399]. У рамках цієї ініціативи високопрофесійні фахівці Екологічного товариства Марамуреш-Бая-Маре (Румунія), тісно співпрацюючи з науковцями Карпатського біосферного заповідника (Україна), розробили базу даних для створення біосферного українсько-румунського резервату «Гори Мараморощини». Територія цього резервату може бути значно розширена вже найближчим часом за рахунок створення національних парків «Черемоський» та «Верховинський» у Покутсько-Буковинських Карпатах. Із румунської сторони в цьому районі вже існує природо-заповідний об'єкт.

Що стосується формування в Карпатському регіоні України регіональних екологічних мереж на рівні окремих адміністративних одиниць (областей), то в кожній із них: Львівській, Закарпатській, Івано-Франківській та Чернівецькій, розробили план заходів щодо формування регіональних екомереж. Значну увагу в Чернівецькій та Івано-Франківській областях приділяють розробленню регіональних схем екомереж та відпрацюванню методології формування регіональних екомереж. Три останні роки в Карпатському регіоні реалізують проєкт «Підтримка розвитку Національної екомережі України в рамках формування Всеєвропейської екологічної мережі. Задум та втілення у пілотній зоні». Цей проєкт запропонував Національний екологічний центр України, а підтримав Центральноєвропейський офіс Міжнародної спілки охорони природи (IUCN). Національний керівний комітет вирішив

обрати як пілотну зону Чернівецьку область, де відсоток заповідних територій – один із найвищих в Україні (близько 8% території області) і де за останні роки завдяки конструктивному діалогу влади та екологічної громадськості напрацьований непоганий потенціал транскордонного екологічного партнерства та розвитку міжнародних екологічних коридорів – основи формування Всеєвропейської екологічної мережі. До природо-заповідного фонду Чернівецької області входять 310 об'єктів та територій загальною площею близько 66,25 тис. га, що становить 8% території області. Із них 23 об'єкти – загальнодержавного значення. Запропонована схема екомережі Чернівецької області містить структурні елементи мережі трьох рівнів: міждержавного, національного та регіонального. Як геоінформаційна система вона містить таку інформацію: кадастр фонду об'єктів ПЗФ, кадастр раритетних представників флори та фауни, кадастр раритетних угруповань та матеріали лісовпорядкування, кадастр земельного фонду та його використання у межах об'єктів ПЗФ, кадастр основних типів екосистем та ландшафтів у межах об'єктів ПЗФ. Напрацьована база даних покладена в основу схеми регіональної екомережі Буковини. У 2004 році на базі Чернівецької області проведений Міжнародний та регіональний семінари із питань імплементації регіональної екомережі в загальнонаціональну та Всеєвропейську (Молдова, Румунія).

Регіональна екологічна мережа Івано-Франківської області становить 962 тис. га (62,1 % території регіону). Структурно екологічна мережа складається із таких компонентів: основні території, що належать до земель природно-заповідного фонду займають 19,6 % (189,2 тис. га), буферні території – 74,3 % (714,6 тис. га), зокрема ліси – 50 %, сіножаті і пасовища – 24,3 %, екологічні коридори – 6,1 % (58,2 тис. га). Основу регіональної екомережі складають основні елементи (ядра) - 457 природно-заповідних територій та об'єктів загальною площею 189,3 тис. га, що становить 13,5 % території Івано-

Франківської області. Проте існуюча мережа природно-заповідних територій охоплює лише певну частину біологічного і ландшафтного різноманіття.

Необхідним елементом, що забезпечує стале функціонування регіональної екологічної мережі є її поєднання із елементами екомережі прилеглих областей чи країн шляхом створення спільних транскордонних елементів екологічних мереж. Прикладом є сформована регіональна структура екологічної мережі у Верховинському районі, на території якого по вершині Чивчинського хребта проходить кордон із Румунією. Це дозволяє тут створити у рамках прикордонного співробітництва українсько-румунський біосферний резерват, складовою частиною якого може бути запропонований для створення Верховинський національний природний парк.

У складі Карпатської екомережі визначна роль належить лісам, які займають 626,2 тис. га (43 %) від площі земель лісового фонду. Із них 336,4 тис. га лісів виведені із експлуатації і виконують переважно природоохоронні функції. Лісові масиви, які знаходяться на висоті понад 1100 м н. р. м. належать до лісів I групи і є основою Карпатського природного коридору, що входить до складу національної екологічної мережі.

У регіональній екомережі річки загальною довжиною 15,6 тис. км разом із прибережними захисними смугами виконують роль екологічних коридорів. Останні своєю чергою проходять по р. Дністер і є з'єднувальною ланкою із екомережами сусідніх областей (Львівської, Закарпатської, Тернопільської та Чернівецької), а також по заповідних ріках: гідрологічний заказник місцевого значення «Ріка Лімниця із прибережною смугою шириною 100 м уздовж берегів»; гідрологічний заказник місцевого значення «Ріка Свіча із притокою Мізунькою»; гідрологічний заказник місцевого значення «Ріка Пістинька із прибережною смугою»; гідрологічний заказник місцевого значення «Ріка Чорний Черемош із прибережною смугою»; гідрологічний заказник місцевого значення «Ріка Рибниця із прибережною смугою».

Реалізуючи вимоги законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про природно-заповідний фонд України» та на виконання Указів Президента України за останні вісім років з ініціативи держуправління екоресурсів у Закарпатській області у взаємодії із науковцями та громадськістю вдалося вдосконалити і розширити мережу об'єктів і територій природно-заповідного фонду в області. Відповідно до цього зріс відсоток цієї мережі. Наприклад, у 1992 році він становив 6,5 %, у 1995 – 8,9%, то на 01.01.2005р. він становить 12,67 % до загальної площі області.

Відповідно до Наказу Мінприроди України від 29.06.2004р. №253 «Про програму розвитку природно-заповідного фонду Карпатського регіону» по держуправлінню екоресурсів затверджено наказом від 27.07.04р. №84 Програму заходів з розвитку природно-заповідного фонду Закарпатської області на 2005-2010рр. та внесено зміни до проекту програми розвитку екомережі в області.

На стадії подання на розгляд облдержадміністрації та обласної ради програма створення екомережі в Закарпатській області.

На Львівщині є 322 об'єкти та території природно-заповідного фонду різних рангів і категорій. Серед них і міжнародного значення. Це тристоронній Міжнародний резерват біосфери «Східні Карпати», до складу якого входить регіональний ландшафтний парк «Надсянський». З метою розвитку екомережі на черзі є створення нової міжнародної природоохоронної структури Міжнародного біосферного резервату на Розточчі, до складу якого із української сторони повинні увійти: НПП «Яворівський», природний заповідник «Розточчя» та новостворений регіональний ландшафтний парк «Равське Розточчя». Питання створення цієї структури перебуває на завершальній стадії, проводяться погодження із партнерами з польської сторони, відповідальними за організацію роботи зі створення цього міжнародного природоохоронного об'єкта.

Для координації українських та польських зусиль на підсумковому засіданні IV Економічного Форуму підписано Меморандум про співпрацю між Львівською областю (Україна), Люблінським і Підкарпатськими воєводствами (Республіка Польща), де йде мова про координацію спільних зусиль зі створення Міжнародного біосферного резервату Розточчя та співпраці у природоохоронній сфері загалом.

5.3. Пропозиції стосовно вирішення екологічних проблем та підвищення рівня екологічної безпеки Українських Карпат нормативно-правовими та управлінськими методами.

У результаті аналізу стану екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат ми запропонували таку систему заходів нормативно-правового та управлінського характеру, яка змогла б мінімізувати екологічну небезпеку в регіоні:

- розроблення та запровадження національної стратегії збалансованого розвитку гірських регіонів;
- створення державного фонду підтримки збалансованого розвитку Карпат;
- збільшення лісистості Карпат на 10-12 %;
- повернення існуючих екосистем Карпат у природний та напівприродний стан;
- використання підвісного трелювання деревини та застосування рівномірно-поступових рубок;
- відмова від масового штучного культивування смереки (похідні смеречняки);
- призупинення вирубування криволісся;
- лісогосподарську діяльність вважати як допоміжну для розвитку сфери оздоровлення та відпочинку місцевого населення;
- розроблення вітчизняного екологічно спрямованого обладнання для лісозаготівлі;

- чітке визначення національних, регіональних та місцевих екологічних пріоритетів із урахуванням особливостей соціально-економічного розвитку;
- розширення площі територій заповідних об'єктів до 20-25 %;
- винесення в натуру меж наявних та створюваних об'єктів ПЗФ;
- створення адміністрацій регіональних ландшафтних парків;
- інвентаризація всіх ресурсів ландшафтного та біотичного різноманіття, виділення найбільш репрезентативних та вразливих екосистем;
- підготовка персоналу для здійснення менеджменту природоохоронних територій;
- розширення туристичної мережі шляхом спорудження туристичних пансіонатів та впровадження туристичних екологічних стежок у горах, «окультурення дикого туризму»;
- формування сітки дорожнього покриття як основи для розвитку екологічного та зеленого туризму;
- підвищення культури полонинського луківництва;
- проведення кадастрової оцінки післялісових та чагарникових угідь із метою визначення їхнього подальшого використання;
- дотримання правил допустимого насичення великої рогатої худоби на пасовищах;
- покращання стану русел рік, струмків та прибережних смуг;
- упорядкування потоків та річок шляхом спорудження водоспадів, захисних дамб;
- екологічне виховання населення стосовно фауни та флори;
- створення законів стосовно раціонального розвитку місцевої економіки, які дозволили б оптимально реалізувати плани людей і запобігали б знищенню природних багатств;
- пропагування та демонстрування серед місцевого населення вигод від екологічно-безпечних способів ведення господарства;

- відпрацювання системи надання пільг та компенсацій за екологічно бережливе ведення приватної господарської діяльності;
- повна заборона полювання в Карпатах на п'ять років;
- фінансування місцевих проєктів, які поєднують сталий (стійкий, збалансований) розвиток із охороною природи;
- проведення моніторингових досліджень стоку та якості води; ґрунту; зміни флори та лісової рослинності; фауністичної міграції, репродукції та стабільності;
- проведення аналізу екологічних категорій виявлених видів у аспекті поведінки стосовно основних екологічних факторів (вологість, температура, освітленість, кислотна реакція ґрунту), щоб виділити екологічні особливості екосистем цього регіону;
- підвищення зацікавленості урядових структур до залучення неурядових організацій для збереження довкілля, формування громадського форуму сприяння впровадження положень Карпатської конвенції та Ініціативи Карпатського екорегіону;
- розширення міжнародного співробітництва різних секторів суспільства та залучення інвестицій до розвитку гірських регіонів Карпат;
- реалізація міжнародних транскордонних проєктів із метою збереження таких великих ссавців як зубр, бурий ведмідь, олень, вовк, рись та ін.;
- формування регіональної екомережі Українських Карпат та імплементація її в Пан-Європейську екомережу.

5.4. Програма сталого розвитку НПП «Вишницький» та наукове обґрунтування екологічної безпеки регіону

В основу програми сталого розвитку території одного із об'єктів природно-заповідного фонду лягли дисертаційні дослідження проведені, розпочинаючи із 2008 року, на території Покутсько-Буковинських Карпат. Як

еталон, для порівняння антропогенного впливу на гірські екосистеми, вибрано заповідну зону національного природного парку «Вижницький» (надалі НПП), що більш ніж два десятиліття знаходиться в режимі заповідання. При цьому проводилися також обстеження інших функціональних зон НПП, що відрізняються природоохоронним режимом. Для з'ясування екологічного стану екотопу (поверхневих вод, повітря та ґрунтів) було використано санітарно-мікробіологічні показники. Незважаючи на те, що існуюча в державі система моніторингу довкілля передбачає використання санітарно-гігієнічних та мікробіологічних показників для оцінки стану екотопу, ці параметри застосовуються вкрай недостатньо про що можна судити на основі аналізу Національних доповідей про стан довкілля за останнє десятиріччя. Поведені нами в даному напрямку моніторингові дослідження дали змогу ідентифікувати основні загрози для гірських екосистем досліджуваного регіону та обґрунтувати науково-практичні засади підвищення рівня їх екологічної безпеки. Гірські території, в силу їх особливої вразливості, потребують якщо не повного заповідання, то принаймні бережливого відношення на основі збалансованого природокористування. Багаторічні моніторингові дослідження дали можливість запропонувати основні засади для збереження заповідних територій регіону, що викладені нижче.

В галузі збалансованого лісокористування. Основна функція лісів, відповідно до Лісового кодексу України (1994), природоохоронна. А отже, ліси несуть виключно важливу функцію в збереженні гірських екосистем, зокрема виконуючи водорегулюючу, кліматотвірну, повітреочисну та інші функції. На основі проведених досліджень нами встановлено, що території традиційних господарських ландшафтів характеризуються значно меншим відсотком лісовкритих територій, як наслідок атмосферне повітря містить в 2-2,5 раз менше негативних аероіонів та в більшій мірі піддане мікробіологічному забрудненню, фотосинтетичний апарат основних лісоформуєчих порід цих територій поступається за вмістом зелених

пігментів (хлорофілів) та активністю реакції Хілла (перенесення електронів по електрон-транспортному ланцюгу) що супроводжується зменшенням поглинання діоксиду карбону та виділення кисню. Збільшення відсотку заліснених територій в рекреаційних та господарській зонах НПП сприятиме покращенню стану атмосферного повітря, підвищить водоутримуючу здатність лісів та підвищить їх продуктивність.

Серйозну проблему для регіону складає породних стан основних лісоформуєчих порід. Повна заміна корінних порід (ялиці білої, клена гостролистого, бука звичайного та ін.) на похідні лісові культури (зокрема ялину звичайну) в результаті проведення в регіоні суцільних рубок у повоєнні роки (50-і роки минулого сторіччя) призвела до зменшення стійкості ґрунтів лісових масивів до надмірного вологоперенасичення та пошкодження похідних культур фітопатогенами (зокрема короїдом). Як наслідок інтенсивна ерозія ґрунтового покриву, селеві потоки внаслідок катастрофічних паводків 2008 та 2010 років, а також масштабне пересихання ялинових лісів в результаті пошкодження короїдом. Саме тому, подальше формування лісового покриву на території НПП за рахунок корінних порід, використання сучасних технологій підвісного трелювання деревини на гірських схилах, підвищить їх природоохоронну функцію та сприятиме зниження рівня екологічних небезпек в екосистемах.

В галузі організаційного зміцнення заповідних територій. Проведені нами дослідження свідчать, що стан прилеглих (межуючих) до НПП територій справляє вагомий вплив на екологічну безпеку об'єктів природозаповідного фонду (ПЗФ). Слід зазначити, що внаслідок відсутності чітких геодезичних меж об'єктів ПЗФ значна частина їх територій не винесена в натуру і немає кадастрових номерів. Конфліктні ситуації на цій основі між об'єктами ПЗФ та новоствореними об'єднаними громадами в регіоні (приклад НПП «Гуцульщина», щодо земель довкола маєтку Святого Миколая зі сторони

Пістинської сільської ради на Косівщині) набирають подальшого розвитку і потребують законодавчого врегулювання.

Особливої уваги для регіону потребує питання розширення територій ПЗФ із врахуванням вододільного принципу. Для прикладу, прилеглі території до НПП «Вижницький» в районі урочища «Протяте Каміння» знаходяться в постійному користуванні Держспецлісгоспу «Карпатський». Ведення суцільних рубок лісу на даній території по вододільному хребту свого часу призвело до знищення одного із об'єктів, що занесений до 5-и «Чудес України», а саме перлини Покутсько-Буковинських Карпат «Смугарівські водоспади». Подальша лісгосподарська діяльність в безпосередній близьості до НПП призводить до забруднення річки Віженка паливно-мастильними матеріалами, відходами лісопереробки, завислими речовинами, внаслідок здійснення транспортування сировини без прокладання доріг руслом річки. Без вирішення питань виведення меж НПП в природу та розширення його масивів за вододільним принципом під загрозу ставить збереження територій об'єкту ПЗФ та розвиток рекреаційних послуг. Активний супротив лісгосподарських підприємств до деякої міри можна було б подолати запропонувавши компромісне рішення щодо створення довкола НПП буферної зони – території без вилучення із господарської діяльності із дотриманням екологічних вимог. Пропозиції по розширенню території НПП «Вижницький» представлено на карто-схемі (Додаток Ч).

В галузі очищення поверхневих вод від органічних та бактеріальних забруднень. Оскільки територія НПП сформована без врахування вододільного принципу, то через її зони, в т.ч. «заповідну» протікають водотоки, що беруть початок на гірських хребтах, де розміщуються полонинські господарства, на приполонинних лісах, криволіссі, де мають місце рубки головного користування, що проводяться на сусідніх до територій об'єкту ПЗФ лісозаготівельними підприємствами та індивідуальними приватними підприємцями. В результаті в річкову мережу потрапляють

відходи тваринницьких ферм збагачені сполуками амонію, нітратами, нітритами тощо, відходи лісозаготівлі (кора, обшкурки, тирса, пеаливно-мастильні матеріали) тощо. Застосування біореакторів типу «ВіКа» може бути досить корисним в таких випадках для очищення водотоків від органічних та бактеріальних забруднювачів. Досить ефективним такий технологічний підхід може бути також в зонах рекреації та господарській зоні НПП, де у річкову мережу потрапляють комунальні стоки індивідуальних господарств. Вищезазначений пристрій «ВіКа» включає дерев'яні споруди «кашиці» на яких змонтовано волокнистий матеріал – адсорбент органічних та бактеріальних забруднень. Таким чином запропонований біореактор «ВіКа» виконує подвійну функцію: очищає поверхневі води від органічних і бактеріальних забруднень та сприяє насиченню водотоків киснем. Слід зазначити, що в районі проведених нами досліджень відсутні централізовані очисні споруди. За таких обставин невеликі переробні підприємства харчової промисловості в основному монтують власні очисні споруди, а за відсутності останніх скидають неочищені стоки в річкову мережу. Для очищення стічних вод невеликих переробних підприємств харчової промисловості, підприємств риборозведення нами пропонується використання реагентного методу на основі використання гіпохлориту натрію. Запропонований метод не потребує кардинальної перебудови існуючих очисних потужностей та значних матеріальних затрат на створення нових на основі запропонованої нами технології. Гіпохлорит натрію, що використовується як реагенту, у великих кількостях нагромаджується на Калуському комбінаті по виробництву металічного натрію як відходи, що вимагають додаткових затрат на утилізацію, а тому самовивозом може бути отриманий в необхідній кількості.

В галузі очищення повенеких вод та ґрунтів від відходів лісозаготівлі та лісопереробки. Недотримання вимог щодо формування заповідних територій за вододільним принципом призводить до значного забруднення ґрунтів та річкової мережі тирсою, ошкурками, корою та іншими деревними

відходами вимагає запровадження невідкладних заходів щодо утилізації цього виду відходів. Одним із варіантів могло би служити створення на територіях традиційних господарських ландшафтів потужностей із виробництва паливних гранул та брикетів, що дало би можливість вирішити би відразу дві проблеми: екологічну (покращення якості повенеких вод та ґрунтів) та енергетичну (забезпечення населення високоякісним паливним матеріалом). Слід зазначити, що наміри та спроби забезпечити віддалені гірські регіони природним газом, що мали місце в останнє десятиріччя, потерпіли фіаско. Запропонована нами в дисертації технологія отримання паливних гранул та брикетів із використанням лігнінзв'язуючої речовини, що була впроваджена на потужностях Вижницької біопаливної компанії, могла би з успіхом бути використана для цих цілей. Подрібнення відходів деревини та їх підготовка не потребують великих затрат, а лігнінзв'язуюча речовина («лігнінове мило» - відходи Жидачівського деревопереробного комбінату) потребують належної утилізації.

Залучення освітянських, громадських, релігійних організацій до природоохоронних заходів та формування екологічного світогляду. Пропагування здорового способу життя. Розвиток наукового потенціалу НПП. Західні регіони України характеризуються сформованими впродовж тривалого часу етнічними та духовними традиціями збереження культурних та природних цінностей. Проте вплив глобалізації, переважання в останні роки матеріальних цінностей над духовними, справляє значний вплив на стан довкілля в регіоні. А тому актуальним є залучення широкого кола зацікавлених осіб до формування в населення природозберігаючого світогляду. Проведений нами аналіз свідчить, що досить вагомими в цьому напрямку можуть бути:

- реалізація в регіоні громадськими об'єднаннями грантових програм та проектів направлених на обґрунтування розширення мережі об'єктів ПЗФ та формування регіональної та транскордонної екологічної мережі;

- збільшення в компоненті освіти школярів відсоткової частини неформальної екологічної освіти в т.ч. шляхом організації екскурсій до еколого-просвітницьких центрів об'єктів ПЗФ, організації відпочинку в екологічних та скаутських наметових таборах, більш повне використання рекреаційних можливостей цих об'єктів, проведення походів вихідного дня екологічними стежинами під керівництвом досвідчених екскурсоводів тощо;
- проведення круглих столів, диспутів, конференцій за участю науковців вищих навчальних закладів (ВНЗ) регіону, працівників НПП, лідерів громадських екологічних організацій та належне висвітлення цих заходів в засобах масової інформації;
- виконання спільних наукових досліджень та програм співробітниками НПП та науковцями ВНЗ, підготовка кадрів вищої кваліфікації для мережі об'єктів ПЗФ тощо.

Ця програма пройшла належну апробацію на міжнародних та всеукраїнських конференціях та симпозіумах, погоджена Науковою радою при управлінні екології та природних ресурсів Чернівецької обласної державної адміністрації та затверджена на засіданні Науково-технічної ради НПП «Вижницький» (Додаток С).

Наукове обґрунтування екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат базується на проведених дослідженнях на різних рівнях організації матерії, що відображені на рис.5.1. В основі підходу лежать екосистемний принцип та стратегія сталого розвитку гірського регіону.

Так, на атомно-молекулярному рівні цими показниками служили вміст сполуки нітрогену, оксисену, хлору тощо. Порушення біогеохімічних циклів цих сполук супроводжується змінами в процесах окиснення, евтрофії, мінералізації, гуміфікації, що зрештою визначає хімічний склад гідро-, літо-, та атмосфери (екотопу – фізичної складової біосфери). Нагромадження у водному середовищі антропогенізованих ландшафтів гірських екосистем

біогенних елементів (в умовах моделі наших досліджень) свідчить про їхнє інтенсивне забруднення господарською діяльністю та побутовими скидами.

Рівні організації матерії	Показники	Зміни	Наслідки
↑ екосистемний	зв'язки між окремими блоками біотичного та абіотичного середовища	порушення енергетичного та пластичного колообігу в екосистемі	Порушення збалансованого (сталого) розвитку та екологічної безпеки («Здоров'я екосистеми»)
↑ популяційний	структура популяцій	порушення динаміки чисельності популяцій мікроорганізмів безхребетних гідробіонтів, нижчих рослин	міжвидова конкуренція, зумовленість популяційного здоров'я, ендемічні захворювання
↑ організменний	зміна видового складу бактерій, безхребетних гідробіонтів, нижчих рослин	порушення обміну речовин в живильних ланцюгах та екотопі	внутрішньовидова конкуренція
↑ клітинний	активність ферментів циклу перетворення сполук нітрогену	зміна величини показників БСК, ХСК, вільного кисню	забруднення навколишнього середовища органічними та мінеральними сполуками
↑ атомарно-молекулярний	нагромадження сполук нітрогену (нітрати, нітри, амоній), кисню, хлору та ін. у воді та ґрунтах	порушення процесів мінералізації, гуміфікації, евтрофії, окиснення тощо	порушення процесів формування екотопу

Рисунок 5.1 – Взаємозв'язок компонентів на різних рівнях організації матерії, що визначають рівень екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат

На клітинному рівні ці зміни викликають порушення ферментативної активності (зокрема уреаз), зміни величини показників БСК та ХСК, що призводить до зміщення процесів мінералізації та гуміфікації, нагромадження у водному та ґрунтовому середовищі нітритів і нітратів тощо.

Порушення гідрохімічного складу водного середовища викликає відповідні зміни в гідробіології водойм (видовому складі), зокрема у воді господарської зони, під час наростання органічного детриту видовий склад перифітону поповнюється за рахунок детритофагів в т.ч. нематод, олігохет, дрейсен та ін. Збільшення видового складу гідробіонтів на «біофільтрах» водотоків господарської зони свідчить про ускладнення живильних ланцюгів внаслідок зростання рівня органічного забруднення гідросфери. Серед мікробіоти ґрунтового середовища територій активної господарської діяльності pojawiaються представники патогенної мікрофлори, про що свідчить зміна величини показників перфрінгенс титру, титру ентерококів та кількості термофільних бактерій термофільні бактерій (індикаторів свіжого фекального забруднення). Відбувається порушення обміну речовин та енергії в трофічних ланцюгах, наростає внутривидова та міжвидова конкуренція за елементи живлення.

На популяційному рівні можна спостерігати порушення динаміки чисельності мікроорганізмів, безхребетних гідробіонтів та водоростей, зміну вікової структури популяції. У перифітоні, застосованих нами волокнистих носіїв «Вій», створюється специфічна мікроекосистема. У ній волокнистий носій служить «домівкою» для мікроорганізмів, рослинних та безхребетних тваринних організмів і є свого роду моделлю штучно створеного живильного ланцюга. За видовим складом, кількісним співвідношення організмів, особливістю нагромадження біогенних елементів у цій модельній системі можна судити про специфіку перебігу біогеохімічного колообігу речовин та енергії в цілісній гірській екосистемі.

Сформовані тривалі стабільні зв'язки між окремими блоками біотичного та фізичного (абіотичного) середовища і визначають зрештою, на наш погляд, сталий розвиток гірської екосистеми та рівень екологічної безпеки (власне «здоров'я» цілісної екосистеми). Під здоров'ям екосистеми, на наш погляд,

слід розуміти збалансований розвиток окремих елементів, що формують даний тип екосистеми.

Тісний зв'язок підсистем ЕКОТОПУ та БІОТОПУ визначають врешті не тільки стан популяційного здоров'я населення регіону, а й стан екосистеми загалом. «Збій» у роботі будь-якої із підсистем відображається на збалансованості (сталому розвитку) цілісної гірської екосистеми та зумовлює рівень її екологічної безпеки.

5.5. Висновки до розділу 5

1. Запропоновано систему нормативно-правових та управлінських заходів щодо мінімізації порушень Покутсько-Буковинських Карпат внаслідок господарської діяльності населення.

2. Особливе місце в підтриманні сталого розвитку гірських територій Покутсько-Буковинських Карпат належить участі жителів регіону через культурні та громадські організації. Здобувач розпочинаючи із 1997 року працює в громадській екологічній організації Букковинська філія Національного Екоцентру України «Крона» (Додаток Т) і, як волонтер організації мав можливість особисто приймати участь в реалізації природоохоронних проєктів та вивчати історію становлення громадського руху в Карпатському регіоні.

3. Порушення обміну речовин та енергії в трофічних ланцюгах на видовому і популяційному рівнях призводить до наростання внутривидової та міжвидової конкуренції за матеріальні та просторові ресурси і служить причиною основних загроз та викликів для особливо вразливої гірської екосистеми.

4. Сталий розвиток гірської екосистеми Покутсько-Буковинських Карпат визначається екосистемним підходом до поєднання компонентів, що визначають рівень екологічної безпеки на різних рівнях організації матерії: від атомно-молекулярного до екосистемного.

5. Сталий розвиток гірської екосистеми та рівень екологічної безпеки, а власне «здоров'я» цілісної екосистеми, забезпечується формуванням збалансованих зв'язків між окремими блоками біотичного та фізичного (абіотичного) середовища.

Дані досліджень, описаних у 5 розділі, відображені в публікаціях автора [400-413].

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дисертаційної роботи розв'язано актуальну науково - практичне проблему: підвищення рівня екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат. Основні наукові та практичні результати роботи полягають в тому, що:

1. В дисертаційній роботі розроблені та обґрунтовані концептуальні засади екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат, які забезпечуються шляхом реалізації комплексу інженерних, нормативно-правових та управлінських заходів із залученням громадськості до збереження екосистеми Покутсько-Буковинських Карпат.
2. Проведені моніторингові дослідження стану компонентів екосистем Покутсько – Буковинських Карпат, на основі аналізу яких проведена ідентифікація основних джерел екологічної небезпеки: мікробіологічне забруднення струмків та водотоків, забруднення поверхневих вод стоками підприємств переробної промисловості, забруднення ґрунтів деревними відходами.
3. Розроблено технології створення паливних гранул методом екструзії та паливних брикетів методом пресування, які захищені патентом України. Як зв'язуючий компонент використано лігніновмісні відходи целюлозно-паперової промисловості Встановлено оптимальну концентрацію лігнінзв'язуючих речовин для формування якісних паливних продуктів: за умови екструзійного формування гранули – 20%; за умови формування паливного брикета під тиском – (4-6)%. Розроблені принципові технологічні схеми обох процесів.
4. Доведено перспективність методу біологічного очищення від органічних та мікробіологічних забруднень водотоків гідроекосистеми Покутсько-Буковинських Карпат та мінімізації екологічної небезпеки від їх негативного впливу на гідросферу шляхом використання волокнистого носія типу «ВІЯ», який захищений патентом України.

5. Розроблено метод очищення стічних вод підприємств переробної промисловості від органічних забруднень шляхом окиснення їх гіпохлоритом натрію. Встановлено оптимальне дозування гіпохлориту натрію, який використовують для очищення стоків - 0,45 л/м³ стоків.
6. Запропоновано систему управлінських та нормативно-правових заходів для мінімізації екологічної небезпеки від дифузійних забруднень гідросфери внаслідок екологічно небезпечної господарської діяльності населення в басейні річок Сірет та Черемош (створення буферних зон між агроекосистемами та руслами річок шляхом впровадження системи зелених насаджень, контролю за дотриманням населенням екологічного законодавства та системи виховної та консультаційної діяльності із ціллю підвищення рівня екологічної свідомості населення, яке проживає в Покутсько-Буковинських Карпатах).
7. Розроблено та впроваджено програму збалансованого розвитку заповідних територій на основі дотримання принципів екологічної безпеки для національних природних парків «Вижницький» і «Гуцульщина», що розміщені в регіоні досліджень Покутсько-Буковинських Карпат. Програму схвалено Науковою радою при управлінні екології та природних ресурсів Чернівецької обласної державної адміністрації та затверджено на засіданні Науково-технічної ради НПП «Вижницький» 20 вересня 2018 року (Додаток С).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019. № 16. Ст. 70.
2. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник. Москва, 1990. 637 с.
3. Фесянов П. О. Державне регулювання екологічної безпеки на рівні регіону: досвід європейських країн. *Державне управління: теорія і практика*. 2011. № 1. С. 142–150.
4. Іванюта С. П., Качинський А. Б. Екологічна безпека регіонів України: порівняльні оцінки. *Стратегічні пріоритети*. 2013. №3 (28). С.157-164.
5. Качинський А. Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення: монографія. Київ, 2001. 311 с.
6. Дорогунцов С. И., Ральчук А. Н. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения. Київ, 2002. 200 с.
7. Шмандій В. М., Шмандій О. В. Екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави. *Науковий журнал. Екологічна безпека*. 2008. Вип. 1. С. 1–15.
8. Харламова О. В., Мальований М. С., Пляцук Л. Д. Теоретичні основи управління екологічною безпекою техногенно навантаженого регіону. *Науковий журнал. Екологічна безпека*. 2012. Вип. 1(1). С. 9–12.
9. Карташов Є. Г. Сутність та індикатори реалізації державної політики екологічної безпеки. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. №9. С. 72–75.
10. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. Відом. Верх. Ради України, 1991. № 41. Ст. 546.
11. Хилько М. І. Екологізація політики. Київ, 2014. 344 с.

12. Стратегія національної безпеки України: Указ Президента України від 26 травня 2015 року № 287/2015.
13. Качинський А. Б. Індикатори національної безпеки: визначення та застосування їх граничних значень: монографія. Київ, 2013. 104 с.
14. Environmental Performance Index 2012. URL: https://wbc-rti.info/object/document/7519/attach/2012EPI_Report.pdf (Last accessed: 04.08.2019).
15. System of Environmental-Economic Accounting (SEEA). URL: <https://seea.un.org/content/about-seea> (Last accessed: 04.08.2019).
16. EUROSTAT : Environmental Pressure indicators for the EU. URL: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/#c0=10&c12-operator=or&b_start=0 (Last accessed: 04.08.2019).
17. OECD Key Environmental Indicators. URL: <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/37551205.pdf> (Last accessed: 04.08.2019).
18. Матвійчук Н. М., Сидорук С. В. Формування системи індикаторів екологічної безпеки України. *Міжнародний науково-виробничий журнал. Сталий розвиток економіки*. 2018 №1(38). С.113–119.
19. Рудько Г. І., Адаменко О. М. Еколого-ресурсна безпека Землі. Київ, 2009. 512 с.
20. Гуцуляк В. М., Наконечний К. П. Медико-екологічна оцінка ландшафтів Чернівецької області: монографія. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2010. 200 с.
21. Масікевич Ю. Г., Солодкий В. Д., Мислицький В. Ф. Здоров'я населення - індикатор екологічного стану Буковинських Карпат. *Клінічна та експериментальна патологія*. 2012. Том XI, № 1(39). С. 199–203.
22. Харламова Г., Бутьковський В. Індекс екологічної безпеки України: концепція та оцінка. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. 2014. Вип. 7(160). С. 92–97.
23. MoEST (2012): Mainstreaming Climate Change into Mountain Development: Proceedings of the International Conference of Mountain Countries on Climate

- Change. April 5-6, 2012. Kathmandu, Ministry of Environment, Science and Technology. URL: <http://www.mope.gov.np/download/Mainstreaming%20Climate%20Change%20into%20Mountain%20Development.pdf.a662a27049f3651285eef46f735cff96> (Last accessed: 04.08.2019).
24. Солодкий В. Д., Масікевич Ю. Г., Моїсєєв В. Ф., Пітак І. В. Основні складові механізму реалізації стратегії Карпатської Конвенції на Буковині. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2012. Вип. 2/12 (56). С. 19–21.
 25. Про схвалення Концепції розвитку гірських територій Українських Карпат: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 квітня 2019 р. №232-р.
 26. Веб-портал "Розвиток гірських територій Українських Карпат". URL: <http://rozvytok.in.ua/4014-instrumenty-rozvytku-hirskykh-terytorii> (дата звернення: 04.08.2019).
 27. Приходько М. М., Приходько Н. Ф. Екологічна безпека лісових геосистем у районі Українських Карпат і прилеглих територій. *Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць*. 2011. Вип. 587-588: Географія. С.89–94.
 28. Голояд Б. Я., Бойчук І. Екологічні основи захисту гірсько-лісових басейнових екосистем від шкідливих екзогенних процесів в Українських Карпатах Івано-Франківськ, 2001. 389 с.
 29. Приходько М. М. Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем: монографія. Київ, 2013. 201 с.
 30. Приходько Микола. Екологічні ризики та екологічна безпека басейну Верхнього Прута. *Конструктивна географія і геоecologia. Наукові записки*. 2014. №2. С. 243–154.
 31. Архипова Л. М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем. Монографія. Івано-Франківськ, 2011. 366 с.

32. Ющенко Ю. С., Пасічник М. Д. Руслознавчо-гідрологічні аспекти розвитку річкових геоекологічних коридорів. *Наук. вісник Чернівецького ун-ту: збірник наукових праць*. 2011. Вип. 553–554: Географія. С. 21–26.
33. Berezhnyj Ie., Havryliuk R., Masikevych Iu., Movchan Ia., Parchuk G., Tarasova O., Bolot K. Small Hydro Power Stations Development in the Carpathians as a likely Threat: IA and SEA Aspects. *Symposium Abstracts of the 17th International Symposium on Landscape Ecology: Landscape and Landscape Ecology* / [Editors: Martin Boltiňiar & Andrej Baia]. Institute of Landscape Ecology, Slovak Academy of Sciences. (Nitra, Slovakia, 27 – 29 May 2015). Nitra, Slovakia, 2015. P. 65.
34. Коренівська О. Л. Методи та апаратура для визначення кількості аероіонів в іонізованому повітрі. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2010. №2 (53). С.93–101.
35. Gustavs K. Options to minimize non-ionizing electromagnetic radiation exposures (EMF/RF/Static Fields) in office environments. Final paper of Environmental & Occupational Health Certificate Program. University of Victoria. 2008. 158 p.
36. Березовский В. А., Левашов М. И. Физиологические предпосылки и механизмы нормализующего действия нормобарической гипоксии и оротерапии. *Физиол. журнал*. 1992. Т.38, №5. С. 3–12.
37. Березовский В. А. Качество жизни и биофизическая медицина. *Физиол. журнал*. 2008. Т.54, №2. С.5–15.
38. В. А. Березовский. Цветок Гильгамеша. Природная и инструментальная оротерапия (очерки о горах и их влиянии на организм человека). Донецк, 2012. 304 с.
39. Улащик В. С. Физиотерапия. Универсальная медицинская энциклопедия. Минск, 2008. 640 с.
40. Чижевский А. Л. Аэроионы и жизнь. Москва, 1999. 716 с.

41. Амиранашвили А. Г., Амиранашвили В. А., Блиадзе Т. Г., Тархан Моурави И. Д., Чихладзе В. А. Содержание легких аэроионов в некоторых курортных и туристических зонах Боржоми и Тбилиси [Электронный ресурс]. Доступ до ресурсу: <http://docplayer.ru/68522152-Udk-udc-479-22-s-572-soderzhanie-legkih-aero-ionov-v-nekotoryh-kurortnyh-i-turisticheskikh-zonah-borzhomi-i-tbilisi.html> (дата звернення: 04.08.2019).
42. Сидоров О. В. Дослідження впливу чинників деіонізації на концентрацію легких аероіонів у приміщеннях. *Вісник ЛДУ БЖД*. 2012. №6. С.163–167.
43. Бердник О. В., Зайкова В. Ю. Методологічні аспекти оцінки здоров'я населення в еколого-гігієнічних дослідженнях. *Довкілля та здоров'я*. 2004. № 10. С. 3–5.
44. Солодкий В. Д., Масікевич Ю. Г., Робулець С. В. Впровадження норм збалансованого розвитку на території Буковинських Карпат. *Природничі науки: Збірник наукових праць*. 2012. Вип. 9. С.179–184.
45. Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат. Київ, 2003. URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/998_164 (дата звернення: 04.08.2019).
46. Медико-демографічна ситуація та основні показники медичної допомоги в регіональному аспекті 2013 рік. Київ, 2014. 168 с.
47. Населення Чернівецької області за 2014 рік: статистичний збірник / За ред. А. В. Ротаря. Чернівці, 2015. 153 с.
48. Статистичний щорічник Чернівецької області за 2014 рік / За ред. А. В. Ротаря. Чернівці, 2015 URL: www.cv.ukrstat.gov.ua/publiy/.../shor2014.pdf. (дата звернення: 04.08.2019).
49. Нейко Є. М., Рудько Г. І., Смоляр Н. І. Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення. Івано-Франківськ, 2001. 350 с.
50. Бойченко Т. Є. Здоров'я як категорія валеології, медицини та педагогіки. *Культура безпеки, екології та здоров'я*. 2010. №4. С. 41–45.

51. Кілінська К., Смик О. Захворюваність населення Чернівецької області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер.: географія.* 2009. №2 (26). С. 45–51.
52. Кілінська К., Просторовий аналіз захворюваності населення Чернівецької області (на прикладі туберкульозу). *Історія української географії. Всеукраїнський науково-теоретичний часопис.* 2013. Вип. 28. С. 121–124.
53. Bytnerowicz, A., Badea O., Popescu F., Musselman R., Tanase M., Barbu I., Fraczek W., Gelbasu N., Surdu A., Danescu F., Postelnicu D., Cenusă R., Vasile C. Air pollution, precipitation chemistry and forest health in the Retezat Mountains, southern Carpathians, Romania. *Environmental Pollution.* 2005. 137(3). P. 546–567.
54. Bytnerowicz A., Godzik B., Grodzinska K., Frączek W., Musselman R., Manning W., Badea O., Popescu F., Fleischer P., 2004b, Ambient ozone in forests of the Central and Eastern European mountains. *Environmental Pollution.* 2004. 130, P. 5–16.
55. Andrzej Bytnerowicz, Robert C. Musselman. Ambient ozone air pollution in the Carpathian mountains as compared to selected mountain ranges in Europe and North America. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpathicum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability.* Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Kraków, Poland, March 2010). Kraków, 2010. P. 9–11.
56. Matyssek R., Bytnerowicz A., Karlsson P. E., Paoletti E., Sanz M., Schaub M., Wieser G., Promoting the O₃ flux concept for European forest trees, *Environmental Pollution.* 2007. 146. P. 587–607.
57. Shindell D. T., Faluvegi G., Koch D. M., Schmidt G. A., Unger N., Bauer S. E., Improved attribution of climate forcing to emissions. *Science.* 2009. 326. P. 716–718.

58. EPA issues final rule “Implementation of the 2015 National Ambient Quality Standards for Ozone: Nonattainment Area State Implementation Plan requirements” November 7, 2018. URL: <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/implementation-2015-national-ambient-air-quality-standards-naaqs-ozone> (Last accessed: 04.08.2019).
59. Iva Hunová, Markéta Coňková. Ambient ozone phytotoxic potential for Czech mountain forests. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpaticum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 13–14.
60. Iva Hunová, Jana Maznová, Pavel Kurfurst. Trends in sulphur and nitrogen deposition in mountain forest in the Czech Republic. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpaticum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 15–16.
61. Peter Fleischer, Jaroslav Škvarenina, Vladimir Kunca, Svetlana Bičárová. Long-term monitoring of atmospheric deposition into the forest ecosystem of the Tatra MTS. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpaticum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 11–12.
62. Ľuboš Halada, William D. Bowman, Andrej Halabuk, Stanislav David, Juraj Hreško, Matej Mojses, František Kohút. Effects on experimentally increased nitrogen deposition on alpine grasslands in Western Tatra MTS (Slovakia). *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpaticum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 12–13.
63. Stanislaw Malek. Nutrient fluxes in planted Norway spruce stands of different age in Southern Poland. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpaticum,*

- Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 17.
64. Janusz Siwek, Bartłomiej Rzonca, Barbara Jakowiec, Elżbieta Laszczak, Joanna Plenzler, Eliza Piachkowska. Natural factors affecting the chemical composition of water in the catchment of Wolosatka stream (High Bieszczady MTS). *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpathicum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 18–20.
65. Mirosław Żelazny, Aleksander Aste, Stanislav Pavlarcik, Stanisław Malek, Michai Kasina, Janusz Siwek, Anna Wolanin, Marcin Guzik. Hydrochemical stream water types in the Tatra mountains (Poland, Slovakia). *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpathicum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 22–24.
66. Joanna P. Siwek, Mirosław Żelazny and Wojciech Chelmski. Environmental and land use determinations of stream water chemistry during flood events in small Carpathians foothill catchments in Poland. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpathicum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 20–22.
67. Масікевич Ю. Г. Гігієнічна оцінка якості води Буковинських Карпат. *Матеріали 96-ої підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького персоналу Буковинського державного медичного університету* (м. Чернівці, 16, 18, 23 лютого 2015 року). Чернівці, 2015. С.155–156.
68. Alessandra De Marco, Marcello Vitale, Ionel Popa, Alessandro Anav, Ovidiu Badea, Diana Silaghi, Stefan Leca, Augusto Screpanti, Elena Paoletti. Ozone

- exposure affects tree defoliation in a continental climate. *Science of The Total Environment*. 2017. Vol. 596–597. P. 396–404.
69. Ovidiu Badea, Andrzej Bytnerowicz, Stefan Neagu, Robert Musselman, Ion Barbu, Carmen Iacoban, Diana Silaghi, Corneliu Iacob, Ion Dumitru, Viorela Huber, Marius Dumitru, Daniel Nitu. Air pollution, precipitation chemistry and forest health in the Bucegi mountains, Southern Carpathians, Romania. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpaticum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 24–25.
70. Адаменко О. М., Адаменко Я. О., Лободіна З. М. ГІС-технології оцінки екологічної ситуації для управління екологічною безпекою. *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету*, 2004. Вип.4 (27). С. 149–152.
71. Адаменко Я. О. Стан атмосферного повітря в рекреаційних зонах Українських Карпат. *Нетрадиційні енергоресурси та екологія України: Зб. наук. праць*. Київ, 1996. С. 148–158.
72. Адаменко Я., Косевич Л., Кундельська Т. Оцінка впливів антропогенного навантаження на атмосферне повітря гори Говерла. *Вісник Львівського ун-ту. Серія географічна*. Львів: Львів. націон. ун-т імені Івана Франка. 2004. Вип. 30. С. 3–8.
73. Вітко Л. Я. Геоінформаційна оцінка стану атмосферного повітря Подільського Придністров'я. *Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики*. Київ, 2006. С. 185–189.
74. Г. В. Машіка. Механізм розроблення критеріїв районування Карпатського регіону з урахуванням основних чинників формування господарського потенціалу. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: геологія, географія*. 2017. 25 (1), С. 41–52.
75. Україна починає рухатися в напрямку імплементації європейських норм з охорони атмосферного повітря. Національний екологічний центр. 2015, 22

- січня. URL: <http://necu.org.ua/ukrayina-pochynaye-ruhatysya-v-napryamku-implementatsiyi-yevropeyskyh-normz-ohorony-atmosfernoho-povitrya...> (дата звернення: 31.07.19).
76. Федак І. А. Україна як сторона конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані. *Наук. праці ЧДУ ім. Петра Могили*. 2008. Том 87. Вип. 74. С.23–29.
 77. Кондратюк С. Я. Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників. Київ, 2008. 336 с.
 78. М. В. Пірогов, С. О. Волгін. Біоіндикаційні дослідження за епіфітною ліхенофлорою шпилькових і листяних дерев на Західній Україні. URL: <http://www.ecoinst.org.ua/b7-2006/rs13.pdf> (дата звернення: 31.07.19).
 79. Simon M. Hutchinson, Olusola Akinyemi, Marcel Mindreescu, James J. Rothwell. The atmospheric particulate pollution record of mountain Lakes in the Romanian Carpathians. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpathicum, Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 27.
 80. Krakowian K. The Effect of Deforestation Caused by ecological Disaster on Springs Occurance and Spring Water Chemical Properties in the Skrzyczne Range in Silesian Beskid Mountains: Ph. D. dissertation in Department of Forest Ecology and Reclamation, Faculty of Forestry, University of Agriculture in Krakow. Krakow, 2017. 162 p.
 81. Katarzyna Krakowian, Michai Jasik, Stanislaw Malek. Additional classes in the Shchukarev-Priklonsky classification according to two schemes of air pollution influence on spring waters chemistry in the Western Carpathians. *Book of Abstracts. 5th Forum Carpathicum* (Eger, Hungary, October 15 – 18, 2018). Eger, Hungary, 2018. P. 43-44.
 82. Stefan Smidt, Robert Jandl. Biogeochemistry of a mountain forest si the Austrian Alps. *Conference Proceedings of the 1st Forum Carpathicum*,

- Integrating Nature and Society Towards Sustainability*. Eds. Katarzyna Ostapowicz and Jacek Kozak (Krakow, Poland, March 2010). Krakow, 2010. P. 28.
83. Израэль Ю. А., Назаров И. М., Прессман А. Я, Ровинский Ф. Я., Рябошапка А. Г., Филлипова Л.М. Кислотные дожди. Ленинград, 1989. 270 с.
84. Robert Angus Smith. Air and rain. The beginnings of a chemical climatology. URL: https://archive.org/stream/airrainbeginning00smitiala/airrainbeginning_00smitiala_djvu.txt (Last accessed: 05.08.2019).
85. Х. Юнге. Химический состав и радиоактивность атмосферы: пер. с англ. / Под ред. Ю. А. Израэля. Москва, 1965. 424 с.
86. Patrick L. Brezonik, Eric S. Edgerton, Charles D. Hendry. Acid precipitation and sulfate deposition in Florida. *Science*. 1980. Vol.208. № 4447. P. 1027 – 1029.
87. Хорват Л. Кислотный дождь: пер. с венг. В. В. Крымского; под ред. Ю. Н. Михайловского. Москва, 1990. 80 с.
88. Позняков А. П. Опыт исследования химического состава осадков в зависимости от метеорологических факторов. *Журнал опытной агрономии*. 1904. Т.5. С. 740.
89. C. M. B. Lehmann, V. C. Bowersox, S. M. Larson. Spatial and temporal trends of precipitation chemistry in the United States, 1985–2002. *Environmental Pollution*. 2004. Vol.135. P. 347–361.
90. B. C. Madsen, T. Kheoh, C. R. Hinkle, T. Dreschel. Precipitation chemistry in east Central Florida from 1978 to 1987. *Water pollution*. 1992. 65 (1-2). P. 7–21.
91. L. Chen, G. R. Carmichael, M. Hong. Influence of continental outflow events on the aerosol composition at Cheju Island, South Korea. *Journal of Geophysical Research*. 1997. 102 (1). P. 551–574.
92. C. Maxwell, B. P. Eynon, R. M. Endlich. Statistical Analysis of Precipitation

- Chemistry Measurements over the Eastern United States. Part IV: The Influences of Meteorological Factors. *Journal of Applied Meteorology*. 1988. 27 (4). P. 352–358.
93. C. Hontoria, A. Saa, J. Almorox, L. Cuadra, A. Sánchez, J. M. Gascó. The Chemical Composition of Precipitation in Madrid. *Water Pollution*. 2003. 146. (1–4). P. 35–54.
94. Ромась М. І., Косовець-Скавронська О. О. Формування хімічного складу атмосферних опадів на території України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2007. Вип. 12. С. 172 – 181.
95. Bayoumi Hamuda H. E. A. F., Patko I. Ecological monitoring of Danube water quality in Budapest region. *Am. J. Environ. Sci.* 2012. 8 (3). P. 202–211. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2012.202.211>.
96. Liuyi Zhang, Baoqing Qiao, Huanbo Wang, Mi Tian, Jian Cui, Chuan Fu, Yimin Huang, and Fumo Yang. Chemical Characteristics of Precipitation in a Typical Urban Site of the Hinterland in Three Gorges Reservoir, China. *Journal of Chemistry*. Vol. 2018, Article ID 2914313, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/2914313>.
97. Baez A., Belmont R., Garcia R., Padilla H., Torres M. C. Chemical composition of rainwater collected at a southwest site of Mexico City, Mexico. *Atmospheric Research*. 2007. № 86. P. 61–75.
98. Тарасова Т. Ф., Чаловская О. В. Оценка воздействия кислотных дождей на элементы экосистемы промышленного города. *Вестник Оренбургского государственного университета. Естественные и технические науки*. 2005. Вып. 10. С. 80–84.
99. Антонов В. С., Рыбак Л. Ю. Кислотность влажных атмосферных осадков в Черновцах. Черновцы, 2007. 75 с.
100. Косовець-Скавронська О. О., Сніжко С. І. Часова трансформація хімічного складу атмосферних опадів на території України. *Економічна та соціальна географія*. 2008. Вип. 58. С. 242–252.

101. Липченко А. Е., Жидкова Л. Б., Рябинин А. И. Мониторинг атмосферных осадков по водородному показателю (рН) в г. Севастополе в 2000-2003 гг. *Екологічна безпека прибережних та шельфових зон та комплексного використання ресурсів шельфу: Збірник наукових праць*. 2005. Випуск 12. С. 484- 497.
102. Савин П. Т., Подплетная С. Е. Химический состав атмосферных осадков г. Одессы. *Екологічна безпека прибережних та шельфових зон та комплексного використання ресурсів шельфу: Збірник наукових праць*. 2005. Випуск 12. С. 220- 225.
103. Ильин Ю. П., Рябинин А. И., Мальченко Ю. А. Состояние загрязнения атмосферных осадков г. Севастополя в 1997-2006 гг. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2006. №255. С. 166 - 184.
104. Margarita Prendez, Rosemary Lopez, and Ernesto Carrillo. Physical and Chemical Components of Cuba's Rain: Effects on Air Quality. *International Journal of Atmospheric Sciences*. Volume 2014. Article ID 680735, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/680735>.
105. F. Yang, J. Tan, Z. B. Shi, Y. Cai¹, K. He, Y. Ma, F. Duan, T. Okuda, S. Tanaka, and G. Chen. Five-year record of atmospheric precipitation chemistry in urban Beijing, China. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2012. №12. P. 2025–2035.
106. Sahar Mirzaei, Hassan Hashemi, Mohammad Hoseini. Concentration and potential source identification of trace elements in wet atmospheric precipitation of Shiraz, Iran. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2018. 16 (1). P. 229-237. <https://doi.org/10.1007/s40201-018-0310-x>.
107. Семенец Е. С. Особенности химического состава и кислотности атмосферных осадков в зависимости от природно-ландшафтных условий и уровня антропогенной нагрузки (на примере Северо-Западного федерального округа). *Ученые записки РГГУ*. 2018. №53. С.145 – 155.

108. Fabiano Tomazini da Conceic, Maria Lucia Pereira Antunes, Vivian Andreia Angelucci, Rodrigo Braga Moruzzi and Guillermo Rafael Beltran Navarro. Rainwater chemical composition and annual atmospheric deposition in Sorocaba (Sao Paulo State) +Brazil. *Brazilian Journal of Geophysics*. 2013. №31(1). P.5–15.
109. Al-Momani I. F. Trace elements in atmospheric precipitation at Northern Jordan measured by ICP-MS: acidity and possible sources. *Atmospheric Environment*. 2003. №37. P. 4507–4515.
110. Sotirios Glavas, Nektarios Moschonas. Origin of observed acidic–alkaline rains in a wet-only precipitation study in a Mediterranean coastal site. Patras, Greece. *Atmospheric Environment*. 2002. 36 (19). P. 3089–3099.
111. Liudmila P. Golobokova, Tamara V. Khodzher, Vladimir A. Obolkin, Vladimir L. Potyomkin, and Olga I. Khuriganowa. Long-term investigations of atmospheric aerosol and gaseous impurities in Southern Pribaikalye, East Siberia (Russia). *Int J Environ Sci Nat Res*. 2018; 10(3): 555786. DOI: 10.19080/IJESNR.2018.10.555786.
112. Golubeva N. I., Burtseva L. V., Ginzburg V. A. Heavy metals in the atmospheric precipitation on the Barents Sea coast. *Meteorology and Hydrology*. 2010. 35 (5). P. 333–340.
113. Копач П. И., Шапарь А. Г., Шварцман В. М.. Техногенез и кислотные дожди: монографія. Київ, 2006. 175 с.
114. Тарасова Т. Ф., Гончар Л. Г. Оценка выбросов промышленных предприятий города Оренбурга на состав атмосферных осадков и качество территорий, прилегающих к ним. *Вестник Оренбургского государственного университета. Естественные и технические науки*. 2004. Вып. 6. С. 111–116.
115. Ромась М. І., Мельничук Ю. І., Семерик В. М. Роль опадів у надходженні мінеральних речовин на територію України в теплий і холодний періоди року. *Меліорація і водне господарство*. 2001. Вип. 87. С. 132–138.

116. Кульчицький-Жигайло І. Є., Озарків О. І., Озарків І. М. Характеристика вмісту хімічних компонентів у атмосферних опадах і їх вплив на формування стоку. *Науковий вісник НЛТУ*. 2009. Вип.19.5. С. 54 – 58.
117. Матвеев А. А. Атмосферные осадки и сток растворенных веществ *Гидрохимические материалы*. 1967. Т. 45. С. 5-20.
118. Косовец Е. А. Оценка поступления химических веществ с атмосферными осадками на территорию Украины. *Новые методы и технологии в гидрометеорологии: II конф. ученых национальных гидрометеослужб государств-участников СНГ: тез. докл.* (г. Москва, 2-3 октября 2006). Москва, 2006. С. 65–66.
119. A. Madibekov and L. Kogutenko. The Issue of transporting pollutants with atmospheric precipitation. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2018. 107 (1) P. 1-7. doi :10.1088/1755-1315/107/1/012064
120. Потапова И. Ю. Роль атмосферных осадков в формировании химического состава поверхностных вод Карелии. *Труды Карельского научного центра РАН*. 2011. №4. С. 134-137.
121. Єрбоменко А. О. Вивчення атмосферних опадів як джерела забруднення в промислових регіонах. *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2008. №2. С. 237–244.
122. Ковальчук О. Вплив кислотного чинника на сірчаній, азотній кислотах та їхній суміші на ґрунти. *Вісник Львівського ун-ту*. 2004. Вип. 30. С. 143–150.
123. Герецун Г. М., Масікевич Ю. Г. Методологічні підходи до оцінки атмосферних опадів як чинника формування екологічного ризику. *Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського*. 2012. Випуск №5 (76). С. 119–122.
124. Герецун Г. М. Екологічна безпека урбанізованих територій в умовах техногенної трансформації атмосферних опадів. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2014. № 4/1 (70). С. 13–17.

125. V. Nikolaichuk. Ecological problems in the Carpathians mountains and possible ways to overcome them. *Acta Agronomica Hungarica*, 2008, 56(2). P. 235–246. https://doi.org/10.1556/AAgr.56.2008.2.12_0238-0161.
126. Ніколайчук В. І., Вакерич М. М., Шпонтак Ю. М, Карпюк М. К. Сучасний стан водних ресурсів Закарпаття. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2015, 23(2), С. 116–123. <https://doi.org/10.15421/011517>.
127. Francis Gauthier and Frederick Archibald. The ecology of “fecal indicator” bacteria commonly found in pulp mill water systems. *Wat. Res.*, 2001. 35 (9). P. 2207–2218 . [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00506-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00506-6).
128. Pekarova P., Onderka M., Pekar J., Roncak P., Miklanek P. Prediction of water quality in the Danube River under extreme hydrological and temperature conditions. *J Hydrol Hydromech.* 2009. 57 (1). P. 3–15. <https://doi.org/10.2478/v10098-009-0001-5>.
129. Noble P. A., Bidle K. D., Fletcher M. Natural microbial community compositions compared by a back-propagating neural network and cluster analysis of 5S rRNA. *Appl Environ Microbiol.* 1997. 63 (5). P. 1762–1770.
130. Fey A., Eichler S., Flavier S., Christen R., Hafle M. G., Guzman C. A. Establishment of a real-time PCR-based approach for accurate quantification of bacterial RNA targets in water, using *Salmonella* as a model organism. *Appl Environ Microbiol.* 2004. 70 (6). P. 3618–3623. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.6.3618-3623.2004>.
131. Straub T. M., Chandler D. P. Towards a unified system for detecting waterborne pathogens. *J Microbiol Methods.* 2003. 53 (1). P. 185–197. [https://doi.org/10.1128/AEM.70.6.3618-3623.2004.1016/S0167-7012\(03\)00023-X](https://doi.org/10.1128/AEM.70.6.3618-3623.2004.1016/S0167-7012(03)00023-X).
132. Besemer K., Moeseneder M. M., Arrieta J. M., Herndl G. J., Peduzzi P. Complexity of bacterial communities in a river-floodplain system (Danube,

- Austria). *Appl Environ Microbiol.* 2005. 71 (2). P. 609–620. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.2.609-620.2005>.
133. Schiemer F., Baumgartner C., Tockner K. Restoration of floodplain rivers: the ‘Danube restoration project’. *Regul Rivers: Res.* 1999. 15 (1-3). P. 231–244. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199901/06\)15:1/3<23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199901/06)15:1/3<23).
134. Eموke Pall, Mihaela Niculae, Timea Kiss, Carmen Dana Sandru, and Marina Sponu. Human impact on the microbiological water quality of the rivers. *J Med Microbiol.*, 2013, 62 (11). P. 1635–1640. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.055749-0>.
135. Kolarevich S., Knehevich-Vukievich J., Paunovich M., Tomovich J., Gaich Z., Vukovich-Gaich B. The anthropogenic impact on water quality of the river Danube in Serbia: microbiological analysis and genotoxicity monitoring. *Arch Biol Sci*, 2011, 63 (4), P. 1209–1217. <https://doi.org/10.2298/ABS1104209K>.
136. Kavka G. G., Kasimir D., Farnleitner A. H. Microbiological water quality of the River Danube (km 2581 – km 15). *Longitudinal variation of pollution as determined by standard parameters. In Proceedings of the 36th International Conference of the IAD.* (Vienna – Klosterneuburg, 04. - 08. September 2006). Vienna, 2006. P. 415–421.
137. Winter C., Hein T., Kavka G., Mach R. L., Farnleitner A. H. Longitudinal changes in the bacterial community composition of the Danube River: a whole-river approach. *Appl Environ Microbiol.* 2007. 73 (2). P. 421–431. <https://doi.org/10.2298/ABS1104209K> [10.1128/AEM.01849-06](https://doi.org/10.1128/AEM.01849-06).
138. Thompson D. E., Rajal V. B., De Batz S., Wuertz S. Detection of *Salmonella* spp. in water using magnetic capture hybridization combined with PCR or real-time PCR. *J Water Health.* 2006. 4 (1). P. 67–75.
139. Tournon A., Berthe T., Pawlak B., Petit F. Detection of *Salmonella* in environmental water and sediment by a nested-multiplex polymerase chain reaction assay. *Res Microbiol.* 2005. 156 (4). P. 541–553. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2005.01.001>.

140. Moganedi K. L. M., Goyvaerts E. M. A., Venter S. N., Sibara M. M. Optimization of the PCR-*invA* primers for the detection of *Salmonella* in drinking and surface waters following a pre-cultivation step. *Water SA*. 2007. 33 (2). P. 195–202.
141. Innocentiah Ntshelang Makabanyane, Rendani Victress Ndou, Collins Njie Ateba. Genotypic Characterization of *Shigella* Species Isolated from Abattoirs in the North West Province, South Africa Using PCR Analysis. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2015. 3 (2). P. 121-125. DOI: 10.12691/jfnr-3-2-8.
142. Мудрак О. В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи. Вінниця, 2012. 914 с.
143. Патика В. П., Симочко Л. Ю. Мікробіологічний моніторинг ґрунту природних та трансформованих екосистем Закарпаття України (2013): *Мікробіологічний журнал*. 2013. 75. № 2. P. 21–31.
144. Barinova S. Essential and Practical Bioindication Methods and Systems for the Water Quality Assessment. *Int J Environ Sci Nat Res*. 2017. 2(3). P. 555–588. <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2017.02.555588>.
145. Barinova S. On the Classification of Water Quality from an Ecological Point of View. *Int J Environ Sci Nat. Res*. 2017. 2(2). P. 1–8.
146. Klochenko P., Shevchenko T., Barinova S., Tarashchuk O. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 2014. 43(3). P. 228–236.
147. Barinova S, Khuram I, Asadullah, Ahmad N, Jan S. How water quality in the Kabul River, Pakistan, Can be determined with algal bio-indication. *Advance Studies in Biology*. 2016. 8(4). P. 151–171.
148. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view. *Arch Hydrobiol*. 1973. 7 (I-IV). P. 1–218.
149. Alexandru Hristea, Balentin Barbu, Gabriela Matache, Dragoş Preda. Analysis of the functional solution of the pellet press. *Proceedings of 2018 International*

- Conference on Hydraulics and Pneumatics*. (Brile Govora, Romania. November 7-9, 2018). Hervex, 2018. P. 248–253.
150. Masan Vladimir, Burg Patrik, Visacki Vladimir, Ondrej Ponjican. Evaluation of fuel pellets as secondary product when pressing oil from grapevine seeds. *17th International Scientific Conference: Engineering for rural development* (Jelgava, 23-25.05. 2018). Jelgava, 2018. P. 1766–1770.
151. Лакида П. І., Васишин Р. Д., Васишина О. М. Надземна фігомаса та вуглецево-енергетичний потенціал ялицевих деревостанів Українських Карпат: монограф. Корсунь-Шевченківський, 2010. 240 с.
152. Обливанцев А. Б. Новые направления развития производства экструзионного биотоплива. *Строительные и дорожные машины*. 2003. №8. С. 36–39.
153. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Перспективи розвитку біоенергетики як інструменту заміщення природного газу в Україні. *Біоенергетика*. 2015. № 1. С. 15–20.
154. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Промислова теплотехніка*. 2017. т. 39, №2. С. 60–64.
155. Бехта Павло. Виробництво стружки для деревостружкових плит: монографія. Київ, 1994. 272 с.
156. Бехта П. А. Технологія деревинно волокнистих плит. Львів, 1997. 136 с.
157. Козак Р. О., Бехта П. А. Покращення властивостей деревинно-соломяних плит модифікуванням карбамідоформальдегідного клею етанолом. *Вісник НЛТУ України*, 2018, Т. 28, №5. С. 97–100.
158. Носовський Т. А., Мацюк Р. Технологія лісопильно-деревообробних виробництв. Київ, 1993. 192 с.
159. New Waste and Recycling Collection Street and Public Open Space Cleansing Services Contract. URL: <https://www.cornwall.gov.uk/>

- environment-and-planning/recycling-rubbish-and-waste/rubbish-collections/new-waste-and-recycling-collection-street-and-public-open-space-cleansing-services-contract/ (Last accessed: 13.08.2019).
160. Забарний Г. М., Шурчков А. В. Енергетичний потенціалу нетрадиційних джерел енергії України. Київ, 2002. 211 с.
 161. Ковальчук О. З. Екологія Львівщини. Львів, 2003. 98 с.
 162. Evald A. Biomass for Energy – Danish Solutions. Copenhagen, 1996. 38 p.
 163. Nikolaisen L., Nielsen C., Larsen M. G., Straw for Energy Production. Technology. Environment – Economy. EN-TRYK, 1992. 46 p.
 164. Ковалко М. П. Паливно-енергетичний комплекс України у цифрах і фактах. Київ, 2000. 152 с.
 165. Мельник С. В., Латышев В. П. Газификация древесных отходов и нефти шламов для получения отопительного и силового газа. *Вестник Ир ГТУ*. 2004. №4. С. 131–133.
 166. Nwakaire J. N., Ezeoha S. L., Ugwuishiw B. O. Production of cellulosic ethanol from wood sawdust. *Agric Eng Int: CIGR Journal*. 2013. 15 (3). P. 136–140.
 167. Швец Я. С., Щербана О. М. Тепло у вашому домі. Львів, 2003. 56 с.
 168. Яцик А. В. Екологічна безпека в Україні. Київ, 2001. 216 с.
 169. Басков Е. Д. Использование древесных отходов на зарубежных предприятиях. Москва, 1991. 250 с.
 170. Гервес И. С. Биомасса дерева и ее использования. Київ, 1992. 150 с.
 171. Гершкович В. Ф. За бортом Нового Ковчега: Мир спешит осваивать новые энергетические источники. Мы не торопимся. Киев, 2004. 153 с.
 172. Аннеков В. Ф. Висококалорійні паливні брикети з відходів деревини та залишків сировини рослинного походження. *Світ меблів і деревини*. 1999. № 3-4. С. 35 – 49.
 173. Гелетуха Г. Біомаса замінює газ. *Зелена енергетика*. 2006. №1. С. 16—24.

174. Долинский А. А., Воловик Ю. И. Собственные энергоресурсы для энергетики Украины. *Промышленная теплотехн.* 1996. №3. С. 35 – 40.
175. Снежкін Ю. Ф., Корінчук Д. М., Воробйов Л. Й., Хавін О. О. Розробка енергоефективного палива на торф'яній основі. *Промышленная теплотехника.* 2006. №2. С.15 – 23.
176. Жовмір М. М., Смірнов О. П., Торосов А. С., Коржов В. Л. Абрамович І. О., Ютін А. С., Бондар І. Л., Колесник В. В. Значення біомаси в енергозабезпеченні України та основні напрямки її використання при виробництві енергії. *Енергетика и Электрификация.* 2002. №9. С. 21–28.
177. Гелетуха Г. Г., Железная Т. А. Обзор современных технологий сжигания древесины. *Экотехнологии и ресурсосбережение.* 1999. №7. С. 15 – 25.
178. Гелетуха Г. Г., Железная Т. А., Тишаева С. В., Кобзарь С. Г. Развитие биоэнергетических технологий в Украине. *Экотехнологии и ресурсосбережение.* 2002. №3. С. 5 – 12.
179. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні 1996 рік. Київ, 1996. 96 с.
180. Національна доповідь України на конференції ООН (Бразилія, 1992р.) “Навколишнє середовище та розвиток”. Київ, 1992. 42 с.
181. Петров П. В. Энергетические ресурсы низкокачественной маломерной древесины и отходов. *Лесная промышленность.* 2004. №8. С. 32 – 36.
182. Процишин Б. М., Воробйов Л. Й., Лох Є. Л., Павлюк С. М., Гордієнко П. В. Виробництво композиційних палив з відходів промисловості та сільського господарства. *Промышленная теплотехника.* 2006. №2. С. 20 – 25.
183. Сахаев В. Г. Экологические проблемы Украины и пути их решения. Киев, 1991. 189 с.
184. Басок Б. І., Ободович О. М., Луніна А. О. Аналіз методів переробки

- відходів рослинної сировини в технологіях виробництва гідролізного спирту, фурфуролу та лігніну. *Промышленная теплотехника*. 2007. Т. 29, № 6. С. 33–45.
185. Бать Р. Я., Мальований М. С. Технологія створення біокомпозиції на основі відходів лісової та целюлозно-паперової промисловості. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2006. Т.16, №2. С. 86–88.
186. Bekhta, P. & Dobrowolska, E. Thermal properties of wood-gypsum boards. *Holz als Roh- und Werkstoff*. 2006. 64 (5). P. 427–428.
187. Sepulveda Francisco Josch, Arranz Josch Ignacio, Miranda Марна Teresa, Montero Irene & Rojas Carmen Victoria. Drying and Pelletizing Analysis of Waste from Cork Granulated Industry. 2018. *Energies*, 11 (1). P. 109. <https://doi.org/10.3390/en11010109>.
188. Vandapalli, V. & Sudhagar Mani. Wet granulation of pine wood powders. *Transactions of the ASABE*. 2014. 57(4), P. 1211–1218. <https://doi.org/10.13031/trans.57.10421>.
189. Zapałowska A., Bashutska U. Отримання деревної біомаси з енергетичною метою у Польщі та Україні. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 2016, №14. С. 17–22. <https://doi.org/10.15421/411601>.
190. Клименко В. В., Кравченко В. І., Боков В. М., Гуцул В. І. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів: Монографія. /За ред. В. В. Клименка. Кропивницький, 2017. 162 с.
191. Пирятинская С. Ф., Иванов Г. И., Киселев Л. М. Методы поиска новых технических решений. Сер. Изобретательство и патентное дело: Обз. информ. Киев, 1988, вып. 4. 236 с.
192. Suadicaní K., Evald A., Jakobsen H. H. Wood Chips for Energy Production. *Technology-Environment-Economy*. Trojborg Bogtryk, Aarhus, 1993. 47 p.
193. Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. White Paper for a

Community Strategy and Action Plan. Bruxelles, 1997. 53 p.

194. Клименко В. В., Кравченко В. І., Личук М. В., Солдатенко В. П. Експериментальна оцінка виготовлення твердого біопалива з композитів на основі рослинних відходів. *Енерготехнологии и ресурсосбережение*. 2016. № 3. С. 18–24. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ETRS_2016_3_4.
195. Мальований М. С., Атаманюк В. М., Бать Р. Я. Біокомпозиція на основі відходів деревини та натурального в'язучого. *Ринок інсталяції*. 2006. №11. С. 40–41.
196. Білоконь М. В., Аврам М. М., Білокучма М. В., Артановський О. Ф. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернівецькій області у 2015 році: монографія. Чернівці, 2016. 208 с.
197. Довкілля Чернівецької області у 2014 році. Статистичний збірник / За ред. Г.І. Петрової. Чернівці, 2015. 155 с.
198. Покутсько-Буковинські Карпати. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Покутсько-Буковинські_Карпати (дата звернення: 13. 08. 19).
199. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону / за ред. М. А. Голубця. Львів, 2007. 288 с.
200. Shmandiy V., Kharlamova O., Rigas T. Improvement of the ecological safety of road transport in the use of alternative fuel and exhaust converters. *Environmental Problems*. 2017. 2 (20). P. 54–57.
201. Кравців В. С., Жук П. В. Концептуальні засади розробки та реалізації державної програми сталого розвитку Українських Карпат. *Економіка України*. 2013. № 1. С. 4 – 11.
202. В. М. Ісаєнко, Г. О. Білявський. Екологічна безпека – основний чинник еколого-збалансованого розвитку України у ХХІ столітті. *Екологічний вісник*. 2007. № 4. С. 14–17.

203. Bondarchuk O., Petruk V., Tsvenko O. Ecological safety of visual perception of natural and artificial environmental. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2015. № 12-13. С. 58–64.
204. Архипова Л. М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: монографія. Івано-Франківськ, 2011. 355 с.
205. Архипова Л. М., Адаменко Я. О. Методологічне підґрунтя оцінки впливу на водне середовище малих гідроенергетичних споруд. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2018. № 1. С. 21–29.
206. Програма транскордонного співробітництва Польща-Білорусь-Україна. URL: <http://pl-by-ua.eu/ua,news,162> (дата звернення: 13. 08. 19).
207. Програма прикордонного співробітництва ЄЕСП Угорщина-Словаччина - Румунія-Україна. URL: <http://www.huskroua-cbc.net/ua/nformacjaprogramu> (дата звернення: 13. 08. 19).
208. Програми прикордонного співробітництва ЄЕС 2014-2020. URL: <http://www.me.gov.ua/Documents/Print?lang=uk-UA&id=15d70f98-fdc3-4383-2bd-cde17c8ee224> (дата звернення: 13. 08. 19).
209. Україна та країни ЄЕС розроблять спільну Стратегію розвитку Карпатського регіону. Урядовий портал. URL: http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=249868016&cat_id=244277212 (дата звернення: 13. 08. 19).
210. Vasyl Petruk, Franz Stalder, Vitalii Ishenko. Household Waste Management. The European Experience Monography. Vinnytsia, 2016. 184 p.
211. Керівні принципи сталого просторового розвитку Європейського континенту (2000). URL: <http://www.coe.int/t/dgap/-localdemocrasy/emat/VersionPrincipes/Ukrainian.pdf> (дата звернення: 13. 08. 19).
212. Bundesgesetz uber die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz, LwG) vom 29. April 1998 (Stand am erste Mai 2017). URL: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19983407/index.html> (Last accessed: 13.08.2019).

213. Масікевич Ю., Колотило М., Скригунець С. Оцінка екологічного стану об'єктів рекреації Національного природного парку «Вижницький» . *Семінар «Сталий розвиток – погляд у майбутнє» до 60-річчя д-ра техн.. наук, професора, завідувача кафедри екології та збалансованого природокористування, заслуженого діяча науки і техніки України Мирослава Мальованого: збірник матеріалів* (м. Львів, 15 вересня 2017 року). Львів, 2017. С.19.
214. Масікевич Ю. Г., Шевага Р. Р, Білоконь М. В. Санітарно-екологічний стан об'єктів природно-заповідного фонду міста Чернівці. *Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки. Перспективи формування Панєвропейської екологічної мережі. Матер. Третьої Міжн. наук. конф.* (м. Чернівці, 21-22 квітня 2004 року). Чернівці, 2004. С. 116–121.
215. Масікевич Ю. Г., Колотило М. П., Скригунець С. Д. Санітарно-екологічні та організаційні передумови розвитку рекреаційної діяльності на території Національного природного парку «Вижницький» *Збірник тез доповідей: XV Міжн. наук.-техн. конф.* (Кременчук, 11-13 жовтня, 2017, Україна). Кременчук, 2017. С.49.
216. Стратегія «Європа 2020» Europe 2020. A strategy for smart sustainable and 2010. URL: [http://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52010DC2020.-inclusive growth](http://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52010DC2020.-inclusive%20growth) // European Comission (дата звернення: 13.08.19).
217. Шерстюк С. В. Спільна аграрна політика ЄС на 2014-2020 роки: орієнтири для України. URL: http://www.par.in.ua/5_2014/56.pdf (дата звернення: 13.08.19).
218. Про стимулювання розвитку регіонів : Закон України № 2850-IV від 08.09.2005. URL: <http://zakon.rada.gov.ua>. (дата звернення: 13.08.19).

219. Колодійчук І. А., Морська Т.В. Напрями та інструменти удосконалення державної підтримки гірського сільського господарства. *Регіональна економіка*. 2013. № 3. С. 48–56.
220. The new EU Forest Strategy. URL: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:21b27c38-21fb-11e3-8d1c-01aa75ed71a1.0022.01/DOC_1&format=PDF (Last accessed: 13.08.2019).
221. National renewable energy action plans 2020. (Last accessed: 13.08.2019).
222. LIFE (2014-2020). URL: <https://ec.europa.eu/environment/.../life/funding/lifeplus.htm> (Last accessed: 13.08.2019).
223. Horizon 2020 The EU Framework Programme for Research and Innovation. URL: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/> (Last accessed: 05. 08. 2019).
224. DIABOLO. Distributed, Integrated And Harmonised Forest Information For Bioeconomy Outlooks. URL: <http://diabolo-project.eu/> (Last accessed: 05. 08. 2019).
225. EUSALP - EU strategy for the Alpine region. URL: <https://www.alpine-region.eu/node/276> (Last accessed: 13.08.2019).
226. Hans Kordik. The Model Region of Gьssing – an Example of the Austrian Grassroots Strategy for Energy Independence. Site of the Worldwatch Institute. Vision for a Sustainable Energy. URL: http://www.emerald-planet.org/?page_id=12746 (Last accessed: 13.08.2019).
227. Кравців В. С., Стадницький Ю. І. Гірська політика: міжнародні акти та світовий досвід. Львів, 2005. 50 с.
228. Про ратифікацію Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат / Закон України № 1672-IV від 07.04.2004 / Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/998_164 (дата звернення: 05. 08. 19).

229. О Европейской хартии о защите гор, Рекомендация 130 (2003). *Конгресс местных и региональных властей Совета Европы*. URL: <https://rm.coe.int/1680718918> (дата звернення: 13. 08. 19).
230. A macro-regional for the Carpathian region. URL: <https://europa.eu/.../macro-regional-strategy-carpathian-regi...> (Last accessed: 13.08.2019).
231. Директива 2008/98/ЄС про відходи (рамкова). URL: <https://minjust.gov.ua/m/str45875> (дата звернення: 05. 08. 19).
232. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник / за ред. Г. Гелетухи. Київ, 2016. 104 с.
233. Карп Г. В. Інструменти європейської політики розвитку гірських населених пунктів. *Наукові праці НДФІ*. 2009. № 2 (47). С. 54–60.
234. Криштанович С. Публічний менеджмент соціально-економічного розвитку гірських територій карпатського регіону. Львів, 2017. 208 с.
235. Пітюлич М. М., Бараняк І. Є. Прогнозна оцінка демографічного розвитку в Закарпатській області. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія "Економіка"*. 2013. № 40. С. 171–176.
236. Dla czego Region Karpat potrzebuje strategii makroregionalnej UE. *Konferencja organizowana przez posia do Parlamentu Europejskiego Tomasz Porokbk pod patronatem fundacji New Directio*. URL: https://www.newdirection.online/files/BROSZURA_POLSKA.pdf (Last accessed: 13.08.2019).
237. Закон України «Про екологічну мережу України» Офіційний сайт Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1864-15> (дата звернення: 05. 08. 19).
238. Мовчан Я. І. Національна екомережа України: концепції та сценарії втілення. *Наукові записки*. 2001. Том 19. Спец. випуск. С. 411–414.

239. Парчук Г., Мовчан Я. Європейська екомережа та досвід формування національних екомереж у країнах Європи. *Розбудова екомережі України*. Київ, 1999. С. 2–6.
240. Мовчан, Я. І. Екомережа України: обґрунтування структури та шляхів втілення. *Конвенція про біологічне різноманіття: громадська обізнаність та участь*. 1997. С. 98–110.
241. Шеляг-Сосонко Ю. Головні риси екомережі України. *Розбудова екомережі України*. Київ, 1999. С. 13–22.
242. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Ткаченко В. С., Андрієнко Т. Л., Мовчан Я. І. Екомережа України та її природні ядра. *Укр. ботан. журн.* 2005. Т. 62, № 2. С. 142–158.
243. Формування регіональних схем екомережі (методичні рекомендації) / За ред. Ю. Р. Шеляга-Сосонка. Київ, 2004. 71 с.
244. Масікевич Ю. Г., Чорней І. І., Скільський І. В., Буджак В. В., Череватов В. Ф., Солодкий В. Д., Білоконь М. В. Деякі аспекти формування екологічної мережі Чернівецької області в розвитку національної екологічної мережі України. *Екологія та ноосферологія*. 2005. т.16. №3-4. С. 33–39.
245. Проценко Л., Татух С., Білоконь М., Деодатус Ф. Процедура створення екологічного коридору. *Створення екологічних коридорів в Україні*. Київ, 2010. С. 41–54.
246. Мудрак О. В. Методика створення екологічних паспортів заповідних об'єктів. *Наукові доповіді НУБіП. Електрон. наук. фах. вид.* 2009. Вип. 4 (16). URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2009-4/09movppo.pdf> (дата звернення: 03. 07. 16).
247. Брусак В. П., Зінько Ю. В., Кравчук Я. С., Кричевська Д. А. Геоморфологічні передумови формування екологічної мережі Українських Карпат. *Фізична географія і геоморфологія*. Київ, 2009. С. 112–123.

248. Скрипиник О. О., Сметана С. М. Ієрархічна система екокоридорів як функціональна основа екомережі Дніпропетровської області. *Екологія і природокористування*. 2011. Вип.14. С.86–101.
249. Яворська В. В., Сич В. А., Коломієць К. В. Особливості формування екомережі регіону Українського Причорномор'я. *Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки*. 2015. Т. 20, вип. 4. С.129–143.
250. Гродзинський М. Д., Шищенко П. Г. Збереження і відтворення ландшафтного різноманіття в контексті сталого розвитку. *Заповідна справа в Україні*. 1998. Т 4, Вип. 1. С. 3–8.
251. Корогода Н. П., Самойленко В. М. Геоінформаційне моделювання екомережі. Київ, 2006. 224 с
252. В. М. Швайко, Вад. В. Манюк. Структурування екомережі на субрегіональному рівні (Покровський та Межівський райони Дніпропетровської області). *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: геологія, географія*. 2017. 25 (1). С.119 – 130.
253. Панченко С. М., Андрієнко Т. Л., Гаврись Г. Г., Кузьменко Ю. В. Екологічна мережа Новгород-Сіверського Полісся. Суми, 2003. 92 с.
254. Талах М. В., Саюк С. І., Стратій В. І. Використання кластеризації для моніторингу стану рослинного покриву НПП «Вижницький». *Екологічна безпека*, 2016. №2 (22). С. 21–28.
255. П. Гвоздяк. За принципом біоконвеєра. *Вісник НАН України*. 2003. №3. С. 29–36.
256. П. І. Гвоздяк, О. В. Сапура. Простий метод виявлення та оцінки інтенсивності анаеробних процесів, що супроводжуються виділенням газів. *Мікробіологія та біотехнологія*. 2009. №8. С. 52–57.
257. Рильський О. Ф., Масікевич Ю. Г. Мікробіологічна біоіндикації довкілля забрудненого важкими металами та іншими ксенобіотиками. *Вісник Запорізького національного ун-ту*. 2012. № 3. С. 139–147.
258. Бехта П. А. Технологія деревинноволокнистих плит. Львів, 1997. 136 с.

259. Петров П. В. Энергетические ресурсы низкокачественной маломерной древесины и отходов. *Лесная промышленность*. 2004. №8. С. 32 – 36.
260. Білей П. В. Теоретичні основи теплової обробки і сушки деревини: монографія. Коломия, 2005. 364 с.
261. Мило сире сульфатне марки “З” ТУ У 00278801.009-98.
262. Богданова Е. В. Выделение и сбор сульфатного мыла. Москва, 1974. 350 с.
263. Установка для формування паливних матеріалів. Деклараційний патент на винахід №21200 В30 В11/22 С10L 5/40 від 21.04.2006 Мальований М. С., Бать Р. Я.; опубл. 15.03.2007. Бюл.№3.
264. Коган В. Б., Волков А. Д. Процессы и аппараты целлюлозно-бумажного промышленности. Москва, 1980. 250 с.
265. Решетняк О. В., Українець А. М., Закордонський В. П., Яцишин М. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з фізичної хімії. Термохімія. Фазова та хімічна рівновага. Будова речовини: Практикум для студентів хімічного факультету. Львів, 2005. 210 с.
266. Грошев А. П. Технический анализ. Ленинград, 1983. 250 с.
267. Саницький М. А, Шевчук Г. Я. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Основи технології тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів”. Львів, 2001. 20 с.
268. Калиновская О. П., Тютяев И. Ш. Водостойкие гранулированные комбикорма. Москва, 1975. 220 с.
269. Прибор для измерения концентрации аэроионов в воздухе (малогобаритный аэронный счетчик МАС-01). URL: <https://studfiles.net/preview/6066047/page:2/4/6>. 10.04.18 (дата звернення: 03. 07. 16).
270. Матвеева І. В., Гусєв В. М., Лемківський Р. М. Нормування концентрації аеронів у повітрі робочих приміщень та шляхи його вдосконалення. *Проблеми охорони праці в Україні: Збірник наукових праць*. Вип. 32. Київ, 2016. С. 133–141.

271. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений: СанПиН 2.2.4. 1294-03. – [Введён в действие 2003-15-06]. Москва, 2003. – 6 с. (Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы РФ).
272. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004 – ДСТУ 4287:2004. [Чинний від 01.07.2005]. Київ : Держспоживстандарт України. 2004. 10 с. (Національні стандарти України).
273. Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 2. Настанови з методів відбирання проб: ДСТУ ISO 10381-2:2004 – ISO 10381-2:2002, IDT. [Чинний від 01.04.2006]. Київ: Держспоживстандарт України. 2006. 30 с. (Національні стандарти України).
274. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Москва, 1991. 304 с.
275. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / під ред. З. М. Грицаєнко. Київ, 2003. 320 с.
276. Головка А. М., Рубленко І. О. Ветеринарна санітарна мікробіологія: навч. посіб. Київ, 2010. 284 с.
277. Хоулт Дж., Криг Н., Смит П., Стейли Дж., Уильямс С. Определитель бактерий Берджи. Девятое издание в 2-х томах.; Перевод с английского Г. А. Заварзина. Москва, 1997. Т. 1-2. 800 с.
278. Хазиев Ф. Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. Москва, 1982. 204 с.
279. Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування. ДСТУ ISO 14255:2005.
280. Kahl A. Urtiere oder Protozoa. 1. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). 4. Peritricha und Chonotricha. *Die Tierwelt Deutschlands* / Ed. F. Dahl. Jena: G. Fischer, 1935. Т. 30. S. 651–805.

281. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. Ленинград, 1977. 511 с.
282. Ковальчук Н. Є. Донні коловертки водойм Карпат. *Науковий вісник Ужгородського ун-ту. Сер. Біол.* 2011. Вип. 30. С. 110–112.
283. Гавриленко В. Ф., Хандобина М. Е. Большой практикум по физиологии растений: учебн. [для студ. высш. Учебн. Завед.]. Москва, 1975. 392 с.
284. МВВ 081/12-0019-01. Поверхневі води. Методика виконання вимірювань хімічного споживання кисню (ХСК) окисленням дихромату (5-100 мг $O_2/дм^3$). URL: http://online.budstandart.Com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76354 (дата звернення: 03. 07. 16).
285. МВВ 081/12-0008-01. Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчиненого кисню методом йодометричного титрування за Вінклером. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76338 (дата звернення: 03. 07. 16).
286. МВВ 081/12-0014-01. Поверхневі води. Методика виконання вимірювань біохімічного споживання кисню (БСК₅) (0,5-15 мг $O_2/дм^3$). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76349 (дата звернення: 03. 07. 16).
287. ДСТУ 4077-2001 Якість води. Визначення рН: Затверджено: наказ Держстандарт від 12.03.2002 р. № 146. URL: http://document.ua/jakist-vodi_-viznachannja-rn-std2236.html (дата звернення: 03. 07. 16).
288. Якість води. Визначення хлоридів. Титрування нітратом срібла із застосуванням хромату як індикатора (метод Мора). ДСТУ ISO 9297: 2007: Державний стандарт України: Чинний від 01.01.2009. Київ, 2010. 10 с.
- 288 а. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролю якості. ГОСТ 4388-72 Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов (Вода

питна.Методи визначення вмісту сульфатів).

289. ДСТУ 4078-2001 Якість води. Визначення нітрату. Частина 3. Спектрометричний метод із застосуванням сульфосаліцилової кислоти (ISO 7890-3: 1988, MOD).
290. Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов. ГОСТ 18826-73. Межгосударственный стандарт: Действующий до 01.01.19. Москва, 2010. 7 с.
291. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. Москва, 1970. 500 с.
292. Качество воды. Определение суммарного содержания кальция и магния. Титрометрический метод с использованием этилендиаминтетрауксусной кислоты. ДСТУ ISO 6059:2003. Державний стандарт України: Чинний від 01.07.2004. Київ, 2004. 10 с.
293. Якість води. Визначання кальцію. Титрометричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти. ДСТУ ISO 6058-2003. Державний стандарт України: Чинний від 01.07.2004. Київ, 2004. 10 с.
294. V. Vambol, N. Rashkevich. Analysis of methods of identification of ecologically danger substances in atmospheric air. *Техногенно-екологічна безпека*. 2017. 4(2). С. 73–78.
295. S. Vambol, V. Vambol, Ya Suchikova, N. Deyneko. Analysis of the ways to provide ecological safety for the products of nanotechnologies throughout their life cycle. *Журнал Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2017. №1(10). С. 27–36.
296. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок: пер. с англ. Москва, 1985. 272 с.
297. Демків Т. М., Конопельник О. І., Шопа Я. І. Основи теорії похибок фізичних величин. Львів, 2008. 40 с.
298. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Вилучення легколетких компонентів зі стічних вод при застосуванні вакуум-імпульсної десорбції. *Науково-*

техніч. журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування». 2010. №2. С. 24–27.

299. Масікевич А. Ю., Моїсєєв В. Ф., Філенко О. М. Взаємний вплив гідродинамічних і структурних параметрів на висоту газорідинного шару в комбінованому пристрої. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2010. №44. С.78–83.
300. Герецун Г.М., Масікевич А.Ю. Оцінювання рівня екологічної небезпеки міського середовища, спричиненої техногенною трансформацією атмосферних опадів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т.27, № 3. С. 95–98.
301. An. Masikevych, M. Kolotylo, V.Yaremchuk, Yu. Masikevych, V. Myslytsky, I. Burdeniuk, K. Dombrovskiy Research of microbiological indicators of quality of surface waters of natural environmental territories of the Danube basin. *EURIKA: Physics Sciences and Engineering*. 2018. No 2. P. 3–11.
302. Andriy Masikevych, Mykhailo Kolotylo, Roman Bat, Yuriy Masikevych, Myroslav Malovanyu, Volodymyr Atamaniuk, Kateryna Petrushka. Wood wastes utilization of the Pokutsko-Bukovinian Carpathians in the result of introduction of improved production technology of fuel briquettes. *Environmental Problems*. 2019, vol. 4, №1. С. 24–32.
303. А. Ю. Масікевич, В. М. Яремчук, Р. Я. Бать, Ю. Г. Масікевич, М. С. Мальований Утилізація деревних відходів шляхом виготовлення паливних гранул методом екструзії. *Вісник НЛТУ України*. 2019. Т.29, №1. С. 93–97.
304. СанПиН 4630-88.
305. Surface Water Directive: 75/440 ЕЕС.
306. Dobbertin M. The growth as indicator of tree vitality and of the reaction to environmental stress: A review. *Eur. J. Forest. Res.* 2005. Vol. 124, № 4. P. 319–333.
307. Zelazny, M., Kosmowska, A., Stacczyk, T., Mickiewicz, M. Effect of deforestation on water chemistry in the Koscieliska Valley in the Western

- Tatras in southern Poland. *Annals of Warsaw University of Life Sciences—SGGW. Land Reclamation*. 2017. 49(3). P. 223-235. DOI: <https://doi.org/10.1515/sggw2017-0018>.
308. Amanda Kosmowska, Mirosław Zelazny, Stanisław Malek, Tomasz Stacczyk. Impact of deforestation on water chemistry in the Western Tatras and Beskid Slaski range in the Polish Carpathians. *Acta Sci. Pol. Formatio Circumictus*. 2018. 17 (3). P. 89–99 DOI: <http://dx.doi.org/10.15576/ASP.FC/2018.17.3.89>.
309. Dobrovolsky W. W. Algorithm for determining environmental safety system based on risk. *Proceedings DHU im. Petra Mohyly. Ecology*. 2008. 87(74). P. 11–15.
310. Орел Д. С., Мальований М. С. До концепції екологічного ризику в Україні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Хімія, технологія речовин та їх застосування*. 2008. № 609. С. 285–289.
311. Звягінцева Г. В. Методика з оцінки екологічних ризиків при забрудненні навколишнього природного середовища. *Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки*. 2009. Вип. 2. С. 370–379.
312. Про затвердження методичних вказівок «Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води». Наказ СОЗ України від 03.02.2005 №60 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0060282-05?lang=en> (дата звернення: 14. 08. 19).
313. О. П. Оксінок, В. М. Жулинський, В. І. Лаврик, А. П. Чернявська. Методи екологічної оцінки та нормування якості поверхневих вод України. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2003. №3. С. 18–27.
314. Мудрак О.В., Мудрак Г. В., Поліщук В. М. та ін. Еталони природи Вінниччини / за заг. ред. О. В. Мудрака. Вінниця, 2014. 532 с.

315. Симочко Л. Ю., Дем'янюк О. С., Симочко В. В. Біоіндикація і біотестування ґрунтів. *Науковий вісник Ужгородського університету Серія Біологія*. 2017. Вип. 42. С. 77–81.
316. Liu W., Lu H. H., Wu W. X., Wei Q. K., Chen Y. X., Thies J. E. Transgenic Bt rice does not affect enzyme activities and microbial composition in the rhizosphere during crop development. *Soil Biology and Biochemistry*. 2008. 40. P. 475–486.
317. Чижевский А. Л. Аэроионификация в народном хозяйстве. 2-е изд., сокр. Москва, 1989. 488 с.
318. Бейкер Б. Биология жителей высокогорья. Перевод с англ. / под. ред. М. М. Миррахимова. Москва, 1981. 392 с.
319. Березовский В. А., Дейнега В. Г. Физиологические механизмы саногенных эффектов горного климата. Київ, 1988. 224 с.
320. Польшина, С. М. Регуляторна функція лісопаркових насаджень в урбоантропогенезі. *Екологія та ноосферологія*. 2006. Т.16, №1-2. С. 122–128.
321. Банарь С. А. Экобиоиндикационная оценка изменений городской среды под влиянием техногенеза : дисс. ... канд. географ. наук: спец. 25.00.06 – Литология / Банарь Светлана Александровна. Санкт-Петербург, 2005. 198 с.
322. Масікевич Ю. Г. Зміни показників фотосинтетичного апарату міської дендрофлори за умов забруднення атмосферного повітря. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія*. 2011. № 4 (49). С.66–69.
323. Неверова О. А., Колмогорова Е. Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: Экологические и биотехнологические аспекты Новосибирск, 2003. 222 с.

324. Одукалець І. О. Морфолого фізіологічні зміни деревних рослин за атмосферного забруднення. *Питання біоіндикації та екології*. 2011. Вип. 16. № 1. С. 54–78.
325. Павлов И. Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. Улан-Удэ, 2006. 360 с.
326. Населення Чернівецької області за 2018 рік: статистичний збірник / За ред. Г. І. Петрової. Чернівці, 2019. 156 с.
327. В. А. Бурлака, І. Г. Грабар, І. В. Хом'як, Т. М. Сукненко. Екологія і відходи: монографія / під редакцією В. А. Бурлака. Житомир:Рута, 2009. Кн.2. 431 с.
328. Тертична О. В., Пінчук В.О., Степанов Р. А., Бородай В. П. Екологічні проблеми промислового тваринництва сучасної агломерації. *Вісник аграрної науки*, червень 2016. С.54-59.
329. Довкілля Буковини у 2009 році. Статистичний збірник / За ред. А. В. Ротаря. – Чернівці: Головне управління статистики у Чернівецькій області, 2010. – 135 с.
330. Довкілля Буковини у 2014 році. Статистичний збірник / За ред. Г. І. Петрової . – Чернівці: Головне управління статистики у Чернівецькій обл. 2015. – 155 с.
331. Хлисту́н Н. Я., Масі́кевич А. Ю. Спостереження за видами, що загрожують екологічній рівновазі урбоєкосистеми. *Збірник наукових праць Подільського держ. аграрно-технічн. ун-ту. Спеціальний випуск до ІХ науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансов. природокористування»*. 2009. С. 107–109.
332. Масі́кевич Ю. Г., Масі́кевич А. Ю. Вивчення можливості використання фотосинтетичних показників для з'ясування стану урбоєкосистеми. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. вип. 21.16. С. 316–319.
333. Масі́кевич Ю. Г., Масі́кевич А. Ю., Білоконь М. В., Мислицький В. Ф. Показники активності фотосинтетичного апарату як індикатор

- екологічного стану урбанізованого середовища. *Збірник наукових праць Подільського держ. аграрно-технічн. ун-ту. Спеціальний випуск до IX науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансов. природокористування»*. 2014. С. 97–99.
334. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М. Мікробіологічна активність ґрунтів як елемент екологічної безпеки територій природно-заповідного фонду. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2018. вип.1 (25). С. 32–37.
335. Масікевич А.Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М. Оцінка стану атмосферного повітря в межах функціональних зон національного природного парку «Вижницький». *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2018. Том 2, № 6 (1302). С. 78–82.
336. Andriy Masikevich, Myroslav Malyovanyj, Valery Yaremchuk, Michael Kolotilo, Yury Masikevich. Sanitary and microbiological status of surface waters of residence territories and traditional homeland landscapes of Pokutsko-Bukovynian Carpathians. *Environmental Problems*. 2018. Vol. 3, №4. P. 265–272.
337. Masikevych A. Yu, Kolotylo M. P, Yaremchuk V. M, Masikevych Yu. G. Sanitary – microbiological preconditions for ecological safety of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians. *Danish Scientific Journal*. 2018. No 19. P. 150–157.
338. Masikevych A. Yu., Heretsun H. M., Masikevych Yu. G., Kolotylo M. P., Yaremchuk V. M., Atmospheric protection as a composition of environmental safety of the region. *East European Science Journal*. 2018. N12 (40). P. 30–34.
339. Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф. Масікевич А. Ю., Бурденюк І. П., Яремчук В. М., Скригунець С. Д. Санітарно-гігієнічні показники як складові екологічної безпеки гірських регіонів. *Проблеми екології та енергозбереження в кораблебудування: тези Міжн. наук. конф.* (Миколаїв, вересень 2017). Миколаїв, 2017. С. 38–41.

340. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Бурденюк І. П., Яковець К. І. Санітарно-гігієнічна оцінка ризиків екологічної безпеки гірських регіонів Буковини. *Шостий Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю: збірник праць* (м. Вінниця, 20-22 вересня 2017. Вінниця, 2017. С. 29.
341. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Бурденюк І. П., Жуковський О. М., Яремчук В. М. Еколого-гігієнічна характеристика басейну річки Сірет. *Збірник тез доповідей: XV Міжн. наук.-техн. конф.* (Кременчук, 11-13 жовтня, 2017, Україна). Кременчук, 2017. С. 48.
342. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М. Моніторингові дослідження екологічної безпеки атмосферного повітря на територіях природно-заповідного фонду Карпатського регіону. *Актуальні проблеми сучасної хімії: Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців з міжнародною участю*. Миколаїв, 2018. С. 67.
343. Масікевич А. Ю. Фотосинтетичні індикатори стану забруднення атмосферного повітря Покутсько-Буковинських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019, т. 29, № 9. С. 87–91. <https://doi.org/10.36930/40290915>.
344. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М., Масікевич Ю. Г. Фітотоксична активність ґрунтів природно-заповідних територій. *«Регіональні проблеми охорони довкілля»: Міжнародна наукова конференція молодих вчених* (Одеса, 30 травня-1 червня 2018 р.). Одеса, 2018. С. 245–246.
345. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю. Гігієнічна якість води в річках Буковинських Карпат як показник екологічної безпеки регіону. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 3-4. С. 104–108.
346. Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М., Бурденюк І. П. Мікробіологічні індикатори стану

- екобезпеки. *Клін. та експерим. патол.* Чернівці: БДМУ. 2018. Т. XVII, № 3 (65). С. 11-16.
347. Белікова Л. О., Масікевич А. Ю. Особливості стану атмосферного повітря та популяційного здоров'я жителів Покутсько-Буковинських Карпат. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Матеріали VI Міжнародної наукової конференції молодих вчених* (м. Харків, Україна, 29-30 листопада 2018 р.). Харків, 2018. С. 226–227.
348. Масікевич Ю. Г. Масікевич А. Ю. Стан гірських водотоків як інтегральний показник екологічної безпеки Карпатського регіону. *V Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю* (м. Вінниця, 23-26 вересня 2015 р.). Вінниця, 2015. С. 111.
349. Лыков А. В. Теория сушки. Москва, 1950. 416 с.
350. Лыков А. В. Теория сушки. Москва, 1968. 472 с.
351. Чижский А. Ф. Сушка керамических материалов и изделий. Москва, 1971. 175 с.
352. Филиппов В. А. Технология сушки и термоаэроклассификации углей. Москва, 1987. 287с.
353. Кіндзера Д. П. Сушіння паливних матеріалів різнодисперсного складу у щільному шарі: Дис. канд. техн. наук. 05.17.0808 – процеси та обладнання хімічної технології. Львів, 2003. 136 с.
354. Гвоздяк П. І. 50 запитань і 49 відповідей з нової біотехнології очистки води. Київ, 1990. 28 с.
355. Дмитренко Г. Н., Гвоздяк П. И. Биотехнология очистки высококонцентрированных суточных вод от органических растворителей. *Химия и технология воды*. 2002. т. 24, №2. С. 185–190.
356. Масікевич А. Ю., Тащук М. В. Екологічна безпека та використання водних ресурсів Буковини. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2009. №3 (25). С. 3–7.

357. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю. Перспективи утилізації відходів деревини у Чернівецькій області. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2011. вип. 2 (12). С. 63–66.
358. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Солодкий В. Д. Еколого-економічна доцільність утилізації відходів деревини *Горбуновські читання* (м. Чернівці, 19 квітня 2012 року). Чернівці, 2012. С. 40–41.
359. Масікевич А. Ю., Зайцев Ю. І. Аналіз стану сучасних технологій утилізації відходів сільськогосподарського виробництва. Всеукраїнська науково-практична конференція *«Регіональні та транскордонні проблеми екологічної безпеки. Горбуновські читання»* (Чернівці, 5-7 травня 2011 року). Чернівці, 2011. С. 103–104.
360. Солодкий В. Д., Масікевич Ю. Г., Моїсєєв В. Ф., Масікевич А. Ю. Оцінка енергетичного потенціалу лісонасаджень Чернівецької області. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2012. №39. С. 129–135
361. Масікевич А. Ю. Вивчення механізмів утилізації відходів лісопереробного комплексу та хімічної промисловості. *Розвиток прикладної екології на Буковині. Матеріали ювілейної конференції з нагоди 15-річчя Чернівецького факультету Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. (м. Чернівці, 14. 11. 2012). Чернівці-Харків, 2012. С. 70–75.
362. Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю. Гігієнічна якість води в річках Буковинських Карпат як показник екологічної безпеки регіону. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 3-4. С. 104–108.
363. Andrew Masikevych, Yuri Masikevych, Valentyn Myslytsky, Ivan Burdeniuk. Valuation hydroecological and sanitary-hygienic condition of the river network of Pokutsko-Bukovinian Carpathians. *Water Security: Monograph*. Mykolaiv-Bristol, 2016. P. 98–108.
364. Masikevych A. Yu, Masikevych Yu. G., Myslytsky V. F., Burdenyuk I. P. To the questionnaire of environmental safety of the river network of Pokutsko-

- Bucovinian Carpathies. *Water Supply and Wastewater disposal. Designing construction, operation and monitoring*. Proceedings of the II International scientific-practical conference. Львів, 2017. С. 28.
365. Masikevych A., Kolotylo M., Yaremchuk V., Masikevych Yu., Myslytskyi V., Burdenyuk I. Use of artificially created “biofilters” for assessing the quality and purification of surface water in protected areas. *Danish Scientific Journal*. 2017. No 7. P. 57–59.
366. Масікевич А. Ю., Колотило М. П., Яремчук В. М., Масікевич Ю. Г. Ефективність технічних споруд волокнистого носія «Вія» для очистки поверхневих вод заповідних та антропогенно-навантажених ділянок річкової мережі Покутсько-Буковинських Карпат. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2018. №45 (1321). С.173–178.
367. M. Malovanyu, G. Krusir, O. Holodovska, A. Masikevych. Reagent purification of the processing industry enterprises. *Food science and technology*. 2018. Vol. 12, Issue 3. P. 109–116. DOI: [http:// dx.doi. org/ 10.15673/fst.v12i3](http://dx.doi.org/10.15673/fst.v12i3).
368. Masikevych A. Yu., Heretsun H. M., Masikevych Yu. G., Kolotylo M. P., Yaremchuk V. M., Atmospheric protection as a composition of environmental safety of the region. *East European Science Journal*. 2018. N12 (40). P. 30–34.
369. A. Masikevych, M. Malovanyu, Yu.G. Masikevych, M. Kolotylo, V. Yaremchuk, V. Myslytsky, I. Burdenyuk. Characteristics of the main components of ecological safety of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians. *Water Supply and Wasterwater Disposal: monografie edited Henryk Sobczuk, Beata Kowalska*. Lublin, 2018. P. 132–151.
370. Andriy Masikevych, Mykhailo Kolotylo, Roman Bat, Yuriy Masikevych, Myroslav Malovanyu, Volodymyr Atamaniuk, Kateryna Petrushka. Wood wastes utilization of the Pokutsko-Bukovinian Carpathians in the result of introduction of improved production technology of fuel briquettes. *Environmental Problems*. 2019. vol. 4, №1. P. 24–31.

371. А. Ю. Масікевич, В. М. Яремчук, Р. Я. Бать, Ю. Г. Масікевич, М. С. Мальований Утилізація деревних відходів шляхом виготовлення паливних гранул методом екструзії. *Вісник НЛТУ України*. 2019. Т.29, №1. С. 93–97.
372. Масікевич Ю. Г., Мовчан Я. І., Цицима П. М. Правове регулювання заповідної справи в Україні: спеціальне зібрання законодавчих документів. Чернівці, 2007. 816 с.
373. Розвиток прикладної екології на Буковині: *Матеріали ювілейної конференції з нагоди 15-річчя Чернівецького факультету Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»* (м. Чернівці, 13 травня 2012 р.). Чернівці, 2012. 236 с.
374. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2016 рік. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/Закарпатська%20рег%20доповідь%202016.pdf> (дата звернення: 14. 08. 19).
375. Іваненко І., Мовчан Я. Карпатська мережа природоохоронних територій та інші першочергові заходи впровадження Карпатської Конвенції. *Всеукраїнська екологічна конференція „Україна – рік після 5-ї Все європейської конференції міністрів охорони навколишнього природного середовища „Довкілля для Європи”* (м. Київ, 26-27 травня 2004 р.). Київ, 2004. С. 58–62.
376. Масікевич Ю. Г., Чорней І. І., Сільський І. В. Методичні аспекти формування екологічної мережі Чернівецької області. *Матеріали Четвертої Міжнародної наукової конференції* (м. Чернівці, 5-6 травня 2005 року). Чернівці, 2005. С.8–22.
377. Концепція регіональної системи освіти для сталого розвитку. URL: https://dea.edu.ua/konceptiya_regionalnoi_sistemi_osviti_dlya_stalogo_rozvitku (дата звернення: 14. 08. 19).
378. Стратегічні орієнтири розвитку неперервної екологічної освіти у навчальних закладах Чернівецької області. *Матеріали регіональної наук.-практ. конф.* (м. Чернівці, 22. 03. 2012 р.). Чернівці, 2012. 312 с.

379. Чернівецький обласний центр еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді URL: https://nenc.gov.ua/wp/?page_id=223 (дата звернення: 14. 08. 19).
380. Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки. *Матеріали Шостої Міжнародної наукової конференції* (м. Чернівці, 11-12 травня 2007 року). Чернівці, 2007. 448 с.
381. Екологічна освіта регіональні та національні аспекти. *Горбуновські читання* (м. Чернівці, 16 квітня 2013 року). Чернівці, 2013. 136 с.
382. Розвиток прикладної науки, освіти та студентського самоврядування на Буковині. *Всеукраїнська наукова конференція* (м. Чернівці, 26-27 травня 2017 року). Харків, 2017. 216 с.
383. Білоконь М. В., Іваненко І. Б., Матвеев С. Р., Проценко Л. Д., Масікевич Ю. Г., Мовчан Я. І. Буковинський екокоридор: обґрунтування варіантів втілення і аргументів для громади. *Наук.- прак. конф. приурочена 100-річчю з дня народження Юрія Юркевича: тези доповідей* (м. Надвірна, 03-04 березня 2011 р.). Київ, 2011. С. 51.
384. Масікевич Ю. Екологічний громадський рух на Західній Україні. *Світ у долонях*. 1997. №2. С. 44–45.
385. Масікевич Ю. Г., Колісник Т. І. Роль громадських екологічних організацій в контексті сталого розвитку громад. *Карпатський регіон і проблеми сталого розвитку: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 30-річчю Карпатського біосферного заповідника. Том 1.* (м. Рахів, 13-15 жовтня 1998 р.). Рахів, 1998. С. 285–289.
386. Масікевич Ю. Принципи партнерства екоНУО в Україні. *Погляд громадськості: Екологічна політика в Україні*. Київ, 2001. С. 77–81.
387. Масікевич Ю. Розвиток громадського екологічного руху в Карпатському регіоні. *Праці наукового товариства ім. Шевченка*. Косів, 2005. Т. 1. С. 189–194.

388. Громадська оцінка екологічної політики в Україні. *Доповідь українських громадських екологічних організацій*. Київ, 2003. 139 с.
389. Сандуляк Л. Наша Конституція. Екологічне право. *Зелена Буковина*. 1997, 1998. №3-4, №1. С.11.
390. Леонтій Сандуляк. Не мовчіть – і вас почують (Свідчення очевидця та учасника історичних подій). Чернівці, 2019. 212 с.
391. Стегній О. Сучасні проблеми зелених України: погляд соціолога. *Погляд громадськості: Екологічна політика в Україні. Матеріали Першої всеукраїнської конференції екологічної громадськості* (м. Київ, 15-16 грудня 2000 р.). Київ, 2001. С. 139–140.
392. Приходько М. М., Приходько М. М. (молодший). Структура і принципи формування регіональної екологічної мережі Івано-Франківської області. *Екологія та ноосферологія*, 2005. Т. 16, № 3-4. С. 63–75.
393. Приходько М. М., Приходько М. М. (молодший). Управління природними ресурсами та природоохоронною діяльністю. Івано-Франківськ: «Фоліант», 2004. 847 с.
394. Стойко С., Крук Д. Значення національних природних парків Карпат та Карпатського біосферного заповідника у збереженні етнокультурної спадщини Гуцульщини. *Праці наукового товариства ім. Шевченка: Краєзнавство*. Косів, 2005. Т.1. С.169–174.
395. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2016 рік. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/Закарпатська%20рег%20доповідь%202016.pdf> (дата звернення: 14. 08. 19).
396. Білоконь М. В., Аврам М. М., Білокучма М. В., Артановський О. Ф. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища і Чернівецькій області у 2015 році. Чернівці: Букрек, 2016. 208 с.
397. Прагматичні аспекти діяльності національних природних парків у контексті збалансованого розвитку. *Матеріали міжнародної наукової конференції присвяченої 20-річчю національного природного парку*

«Вижницький» (17-19 вересня 2015 року смт Берегомет, Чернівецька область, Україна). Чернівці: «Друк Арт»ю 368 с.

398. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області в 2017 році. URL: [https://menr.gov.ua/files/docs/Reg report/2017/Івано-Франківська ОДА. Pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/Reg%20report/2017/Івано-Франківська%20ОДА.Pdf).
399. Muntii Maramuresului: Baze de date privind fundamentarea infintarii rezervatiei biosferei. Lucrare finantata de Uniunea Europeana prin Programul. Phare-Credo, 2000. 109 p.
400. Масікевич Ю. Г., Жуковський О. М., Масікевич А. Ю. Актуальні проблеми екологічної безпеки Буковинських Карпат. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. 2015. №2(20). С. 15–18.
401. Masikevych Yuriy, Myslytsky Valentyn, Tkachuk Svitlana, Masikevych Andrij. Safe environment-guranty of the population health highlanders. Challenges for ecological and technological safety of the Carpathian region. *Current issues of social studies and history of medicine: Joint Ukraine-Romanian scientific journal*. Chernivtsy-Suceva: Bucovinian State Medical University-Stepan Cel Mare University of Suceva. 2015. N 4 (8). P. 72–78.
402. Masikevych Yuriy, Valentyn Myslytsky, Svitlana Tkachuk, Andriy Masikevych. Safe environment – key of helth of higlanders. Announcement II. Sanitary aspects of environmental safety of mountain regions and population of health of horyan of Chernivtsi region. *Current issues of social studies and history of medicine: Joint Ukraine-Romanian scientific journal*. Chernivtsy-Suceva: Bucovinian State Medical University-Stepan Cel Mare University of Suceva. 2016. № 2 (10). P. 78–80.
403. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Основні передумови та виклики для екологічної безпеки гірських територій Покутсько-Буковинських Карпат. *Eastern European scientific journal*. Warszawa (Polska). 2016. Vol. 1, № 1(5). С. 128–132.

404. Масікевич Ю. Г., Мислицький В. Ф., Масікевич А. Ю. Популяційне здоров'я горян Чернівецької області. *Клін. та експерим. патол.* Чернівці: БДМУ. 2015. Т. XIV. № 4 (54). С. 90–93.
405. Масікевич Ю. Г., Жуковський О. М. Масікевич А. Ю. Актуальні проблеми екологічної безпеки Буковинських Карпат. *Проблеми екологічної безпеки: Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-технічної конференції* (м. Кременчук, Україна, 6-8 жовтня 2015 р.). Кременчук, 2015. С. 28.
406. Масікевич А. Ю. Сучасні антропогенні загрози для екологічної безпеки гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат. *Екологічний стан і здоров'я жителів міських екосистем. Горбуновські читання: тези доповідей.* (м. Чернівці, 5-6 травня 2016 р.). Чернівці, 2016. С. 110.
407. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. «Здоров'я» гірських екосистем в аспекті децентралізації економіки. *Проблеми екологічної безпеки. XIV Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали конференції* (м. Кременчук, Україна, 12-14 жовтня, 2016 р.). Кременчук, 2016. С. 72.
408. А. Масікевич, М. Колотило, В. Яремчук, Ю. Масікевич. Науково-методичні аспекти екологічної безпеки природоохоронних територій. *«Сталий розвиток – стан та перспективи»: матеріали Міжнародного наукового симпозіуму SDEV·2018* (28 лютого-3 березня 2018 року, Львів-Славське, Україна). Львів, 2018. С. 17–18.
409. Масікевич А. Ю., Масікевич Ю. Г. Наукове обґрунтування екологічної безпеки Покутсько-Буковинських Карпат. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та природокористування в контексті сталого розвитку: міжнародна науково-практична конференція: збірник тез доповідей.* (м. Херсон, Україна, 25-26 жовтня 2018 р.). Херсон, 2018. С. 165–167.
410. Andrew Masikevych, Myroslav Malovany, Ludmyla Belikova, Yuriy Masikevych. Integral assessment of ecological safety of the Eastern Carpathians using sanitary-microbiological indicators. *The 8-th International Youth Science*

Forum “Litteris et Artibus” (LEA’2018). URL: [https:// openreviewhub.org/lea-2018/paper/integral](https://openreviewhub.org/lea-2018/paper/integral).

411. А. Ю. Масікевич, Ю. Г. Масікевич. Система управлінських та технічних рішень для підвищення рівня екобезпеки гідроекосистем Покутсько-Буковинських Карпат. *Досягнення цілей сталого розвитку-2030 у гірських регіонах країн Східної Європи: матеріали зимової сесії Міжнародної Карпатської Школи* (м. Косів Івано-Франківська область, 20-24 лютого 2019 р.). Косів, 2019. С. 29–30.
412. Masikevych A. Yu. The public sector as the driving force of environmental protection and increasing the level of its environmental safety. *East European Scientific Journal*. 2019. No 11(51). Part 5. P. 19-23.
413. Andriy Masikevych. Conceptual approach to minimalization of environmental hazard for the Pokutsko-Bukovinian Carpathians. *Environmental problems*. 2019. Vol 4, No. 4. P 203-211. [https://doi.org/10.23939/ ep2019.04.203](https://doi.org/10.23939/ep2019.04.203).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Акт

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Масікевича Андрія Юрійовича, виконаного на тему: «**НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ
ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГІРСЬКОЇ ЕКОСИСТЕМИ ПОКУТСЬКО-
БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ**», представленого на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук за спеціальністю - 21.06.01 «Екологічна безпека»

від « 25» червня 2018 року

Цим актом засвідчуємо, що дисертаційне дослідження Масікевича Андрія Юрійовича виконані в рамках Угоди про творчу співпрацю з Департаментом екології і туризму Чернівецької обласної державної адміністрації від 02.09.2015 року та Договору про співробітництво (від 03.04.2017 р.) між Чернівецьким факультетом Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та Управлінням екології та природних ресурсів Чернівецької обласної державної адміністрації.

Результати дослідження Масікевича А.Ю. з питань екологічної безпеки гірських територій та санітарно-мікробіологічної оцінки заповідних територій використані при формуванні Регіональної комплексної програми з охорони навколишнього природного середовища «Екологія» у Чернівецькій області на 2016-2018 роки (рішення 4 сесії Чернівецької обласної ради VII скликання від 15.03. 2016 року № 19-4/16).

Начальник
Управління екології
та природних ресурсів
Чернівецької обласної
державної адміністрації



Білоконь М.В.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
МАСІКЕВИЧА Андрія Юрійовича
 виконаних на тему: «НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ
 БЕЗПЕКИ ГІРСЬКОЇ ЕКОСИСТЕМИ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ
 КАРПАТ», представлено на здобуття наукового ступеня доктора технічних
 наук за спеціальністю - 21.06.01 «Екологічна безпека» від 21 червня 2018 року

Даним актом підтверджуємо, що наукові дослідження к.т.н., доц. Масікевича А.Ю., проводилися на території національного природного парку «Вижницький» (надалі НПП) спільно із співробітниками природоохоронної установи, відповідно до угод про творче співробітництво (договір від 01.12.15) та в рамках госпдоговірних тематик (договір 01.04.11) між НПП та Чернівецьким факультетом Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» в період із 2011 до 2017 року. Зокрема дослідником проаналізовано санітарно-гігієнічний та мікробіологічний стан річкової мережі, ґрунтового покриву зон стаціонарної і регульованої рекреації, господарської та заповідної зон НПП та проведено порівняння отриманих показників із показниками територій традиційного господарювання, прилеглих до об'єкту природно-заповідного фонду. Отримані результати знайшли своє відображення при написанні щорічних Літописів природи та лягли в основу цілого ряду наукових публікацій в співавторстві із співробітниками НПП. Результати дослідження Масікевича Андрія Юрійовича, що представлені на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю - 21.06.01 «Екологічна безпека» впроваджено в стратегію розвитку та використані при розробці концепції екологічної безпеки території НПП.

снт. Берегомет, 21.06.2018 р.

Директор
 НПП «Вижницький»

Заступник директора-
 головний природознавець

Начальник відділу науки



Колотило М.П.

Яремчук В.М.

Глібчук А.М.

«Затверджую»

Декан

Чернівецького факультету

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

доц. Бауер М. Й.

(П.І.П.)

2019 р.

**АКТ****впровадження результатів дисертаційної роботи****Масікевича Андрія Юрійовича****виконаної на тему:****«НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГІРСЬКОЇ
ЕКОСИСТЕМИ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ»**

Даним актом підтверджуємо, що висновки та рекомендації отримані в наукових дослідженнях Масікевича Андрія Юрійовича впроваджено в навчальний процес при читанні курсів «Екологічна безпека та експертиза», «Управління техногенною та екологічною безпекою» та «Техноекологія» для студентів Чернівецького факультету Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», що навчаються за спеціальністю спеціальності - 101 «Екологія».

м. Чернівці, 26 лютого 2019 року.

Члени комісії:

Заступник декана

Чернівецького факультету НТУ «ХПІ»

Доцент кафедри біотехнології та екології

Ст. викладач кафедри біотехнології та екології

проф. Нікорич А.В.

доц. Хлистуєн Н. Я.

Герцуєн Г.М.



«Затверджую»
 Проректор з наукової роботи
 Вищого державного навчального закладу України
 «Буковинський державний медичний університет»
 проф. Іващук О. І.
 «04» жовтня 2019 р.

ДОВІДКА

Дана про те, що відповідно до Договору №164 «Про наукове співробітництво між ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет» (надалі БДМУ) та Національним природним парком «Вижницький» (надалі НПП) в науковій лабораторії кафедри мікробіології були проведені спільні дослідження із кафедрами гігієни та екології, патфізіології (БДМУ) та НПП «Вижницький» на тему: «Оцінка санітарно-мікробіологічного стану ґрунтів, водної мережі та атмосферного повітря на території НПП та прилеглих до НПП ландшафтів традиційного господарювання» (виконавці: д.мед.н., проф. Дейнека С. С. та к.мед.н., Бурденюк І. П. – кафедра мікробіології БДМУ; д.біол.н., проф. Мислицький В. Ф. – кафедра патфізіології БДМУ; д.біол.н., проф. Масікевич Ю. Г. та к.т.н., доц. Масікевич А. Ю. – кафедра гігієни та екології БДМУ; Колотило М. П. та Яремчук В. М. – НПП «Вижницький»).

Завідувач кафедри мікробіології

Дейнека С. С.

Бурденюк І. П.
 050-6709898

ДОДАТОК Д

«Затверджую»

Директор

ТОВ «Вижницька біопаливна компанія»



Колотило С. Г.

20 р.

АКТ

дослідно-промислових випробовувань

Даним актом підтверджуємо, що на виробничих потужностях ТОВ «Вижницька біопаливна компанія» (код ЄДРПОУ 36753531, с. Мілієве Вижницького району Чернівецької області) в період із 01 лютого до 31 жовтня 2018 року були проведені дослідно-промислові випробування процесу формування паливних брикетів в умовах високого тиску із використанням різних концентрацій лігнінзв'язуючого компоненту запропонованого колективом дослідників під керівництвом к. т. н. доцента **МАСІКЕВИЧА Андрія Юрійовича**.

В процесі випробовувань досліджено кінетику сушіння, визначена критична вологість деревних відходів в рухомому шарі залежно від висоти та параметрів теплоносія. Використання зв'язуючої речовини, при постійному перемішуванні із деревними відходами, дозволило знизити потужність двигуна на 40%, а також збільшити теплотворну здатність на 20% та густину одержаних паливних брикетів на 10%. Тиск, завдяки якому відбувалося формування без додавання зв'язуючої речовини, становив понад 1 ГПа, із додаванням зв'язуючої речовини – від 500 до 990 МПа. Формування брикетів із меншими тисками, що забезпечувало достатню статистичну міцність та якість продукції.

Заступник директора

з виробничих питань та маркетингу

Головний інженер

Інженер з виробництва

с. Мілієве

31 жовтня 2018 року

(Венчук)
(Колотило)
(Масікевич)

ДОДАТОК Е

Дата введения с 15 июня 2003 года

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1294-03**2.2.4. Физические факторы производственной среды****Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений****II. Нормируемые показатели аэроионного состава воздуха**

2.1. Аэроионный состав воздуха устанавливается в зависимости от процессов ионизации и деионизации.

2.2. Нормируемыми показателями аэроионного состава воздуха производственных и общественных помещений являются:

- концентрации аэроионов (минимально допустимая и максимально допустимая) обеих полярностей ρ^+ , ρ^- , определяемые как количество аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³);

- коэффициент униполярности $У$ (минимально допустимый и максимально допустимый), определяемый как отношение концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

2.3. Минимально и максимально допустимые значения нормируемых показателей определяют диапазоны концентраций аэроионов обеих полярностей и коэффициента униполярности, отклонения от которых могут привести к неблагоприятным последствиям для здоровья человека.

2.4. Значения нормируемых показателей концентраций аэроионов и коэффициента униполярности приведены в таблице.

Таблица

Нормируемые показатели	Концентрации	аэроионов, ρ (ион /см ³)	Коэффициент униполярности, $У$
	положительно й полярности	отрицательной полярности	
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 400$	$\rho^- > 600$	$0,4 \leq У < 1,0$
Максимально допустимые	$\rho^- < 50000$	$\rho^+ \leq 50000$	

2.5. В зонах дыхания персонала на рабочих местах, где имеются источники электростатических полей (видеодисплейные терминалы или другие виды оргтехники) допускается отсутствие аэроионов положительной полярности.

2.6. Степени вредности отклонений от означенных диапазонов концентрации аэроионов и коэффициента униполярности определяются в соответствии с классификацией условий труда по аэроионному составу воздуха.

2.7. В лечебных целях могут применяться другие показатели аэроионного состава воздуха, если это предусмотрено утвержденными в установленном порядке методиками лечения или применения аэроионизаторов.

COUNCIL DIRECTIVE

of 16 June 1975

concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States

(75/440/EEC)

THE COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITIES,

Having regard to the Treaty establishing the European Economic Community, and in particular Articles 100 and 235 thereof;

Having regard to the proposal from the Commission;

Having regard to the Opinion of the European Parliament ⁽¹⁾;

Having regard to the Opinion of the Economic and Social Committee ⁽²⁾;

Whereas the increasing use of water resources for the abstraction of water for human consumption necessitates a reduction in the pollution of water and its protection against subsequent deterioration;

Whereas it is necessary to protect public health and, to this end, to exercise surveillance over surface water intended for the abstraction of drinking water and over the purification treatment of such water;

Whereas any disparity between the provisions on the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water already applicable or in preparation in the various Member States may create unequal conditions of competition and thus directly affect the functioning of the common market; whereas it is therefore necessary to approximate laws in this field as provided for in Article 100 of the Treaty;

Whereas it seems necessary for this approximation of laws to be accompanied by Community action so that one of the aims of the Community in the sphere of protection of the environment and improvement of the quality of life can be achieved by wider regulations; whereas certain specific provisions to this effect should therefore be laid down; whereas Article 235 of the Treaty should be invoked

as the powers required for this purpose have not been provided by the Treaty;

Whereas the programme of action of the European Communities on the environment ⁽³⁾ provides that quality objectives are to be jointly drawn up fixing the various requirements which an environment must meet *inter alia* the definition of parametric values for water, including surface water intended for the abstraction of drinking water;

Whereas the joint fixing of minimum quality requirements for surface water intended for the abstraction of drinking water precludes neither more stringent requirements in the case of such water otherwise utilized nor the requirements imposed by aquatic life;

Whereas it will be necessary to review in the light of new technical and scientific knowledge the parametric values defining the quality of surface water used for the abstraction of drinking water;

Whereas the methods currently being worked out for water sampling and for measuring the parameters defining the physical, chemical and microbiological characteristics of surface water intended for the abstraction of drinking water are to be covered by a Directive to be adopted as soon as possible,

HAS ADOPTED THIS DIRECTIVE:

Article 1

1. This Directive concerns the quality requirements which surface fresh water used or intended for use in the abstraction of drinking water, hereinafter called 'surface water', must meet after application of appropriate treatment. Ground water, brackish water and water intended to replenish

⁽¹⁾ OJ No C 62, 30. 5. 1974, p. 7.

⁽²⁾ OJ No C 109, 19. 9. 1974, p. 41.

⁽³⁾ OJ No C 112, 20. 12. 1973, p. 3.

ANNEX I

Definition of the standard methods of treatment for transforming surface water of categories A1, A2 and A3 into drinking water*Category A1*

Simple physical treatment and disinfection, e.g. rapid filtration and disinfection.

Category A2

Normal physical treatment, chemical treatment and disinfection, e.g. pre-chlorination, coagulation, flocculation, decantation, filtration, disinfection (final chlorination).

Category A3

Intensive physical and chemical treatment, extended treatment and disinfection e.g. chlorination to break-point, coagulation, flocculation, decantation, filtration, adsorption (activated carbon), disinfection (ozone, final chlorination).

ANNEX II
 Characteristics of surface water intended for the abstraction of drinking water

	Parameters	Al G	Al I	Al G	Al I	Al G	Al I	Al G	Al I
1	pH	6.5 to 8.5		5.5 to 9		5.5 to 9		5.5 to 9	
2	Colouration (after sample filtration)	10		50		50		50	
3	Total suspended solids	25		22		22		22	
4	Temperature	° C		1 000		1 000		1 000	
5	Conductivity	µs/cm ⁻¹ at 20 °C		3		10		20	
6	Odour	(dilution factor at 25 °C)		25		50 (O)		50 (O)	
7*	Nitrates	mg/l NO ₃		0.7 to 1		0.7 to 1.7		0.7 to 1.7	
8 (*)	Fluorides	mg/l F		0.1		0.3		1	
9	Total extractable organic chlorine	mg/l Cl		0.05		0.05 (O)		1	
10*	Dissolved iron	mg/l Fe		0.07		0.05 (O)		1	
11*	Manganese	mg/l Mn		0.5		3		5	
12	Copper	mg/l Cu		1		1		1	
13	Zinc	mg/l Zn							
14	Boron	mg/l B							
15	Beryllium	mg/l Be							
16	Cobalt	mg/l Co							
17	Nickel	mg/l Ni							
18	Vanadium	mg/l V							
19	Arsenic	mg/l As	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1
20	Cadmium	mg/l Cd	0.001	0.005	0.005	0.001	0.005	0.001	0.005
21	Total chromium	mg/l Cr		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
22	Lead	mg/l Pb		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
23	Selenium	mg/l Se		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
24	Mercury	mg/l Hg	0.0005	0.001	0.001	0.0005	0.001	0.0005	0.001
25	Barium	mg/l Ba		0.1	0.1	1	1	1	1
26	Cyanide	mg/l Cn		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

	Parameters	AI G	AI I	A2 G	A2 I	A1 G	A1 I
27	Sulphates	mg/l SO ₄	250	150	250 (O)	150	250 (O)
28	Chlorides	mg/l Cl	200	200		200	
29	Surfactants (reacting with methyl blue)	mg/l (laurylsulphate)	0.2	0.2		0.2	
30*	Phosphates	mg/l P ₂ O ₅	0.4	0.7		0.7	
31	Phenols (phenol index) 4 aminoantipyrine	mg/l C ₆ H ₅ OH	0.001	0.001	0.005	0.01	0.1
32	Dissolved or emulsified hydrocarbons (after extraction by petroleum ether)	mg/l	0.05		0.2	0.5	1
33	Polycyclic aromatic hydrocarbons	mg/l	0.0002		0.0002		0.001
34	Total pesticides (parathion, BHC, dieldrin)	mg/l	0.001		0.0025		0.005
35*	Chemical oxygen demand (COD)	mg/l O ₂	> 70	> 50		30	
36*	Dissolved oxygen saturation rate	% O ₂	< 3	< 5		> 30	
37*	Biochemical oxygen demand (BOD ₅) (at 20 °C without nitrification)	mg/l O ₂	1	2		3	
38	Nitrogen by Kjeldahl method (except NO ₃)	mg/l N	0.05	1	1.5	2	4 (O)
39	Ammonia	mg/l NH ₃	0.1	0.2		1	
40	Substances extractable with chloroform	mg/l SEC					
41	Total organic carbon	mg/l C					
42	Residual organic carbon after flocculation and membrane filtration (5 µ) TOC	mg/l C					
43	Total coliforms 37 °C	/100 ml	50	5 000		50 000	
44	Faecal coliforms	/100 ml	20	2 000		20 000	
45	Faecal streptococci	/100 ml	20	1 000		10 000	
46	Salmonella		Not present in 5 000 ml	Not present in 1 000 ml			

I = mandatory.

G = guide.

O = exceptional climatic or geographical conditions.

* — see Article 8 (d).

(1) The values given are upper limits set in relation to the mean annual temperature (high and low).

(2) This parameter has been included to satisfy the ecological requirements of certain types of environment.

ДОДАТОК К
(В И Т Я Г)

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР
ГЛАВНОЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ**

УТВЕРЖДЕНО
Заместитель Министра
здравоохранения СССР,
Главный государственный
санитарный врач СССР
А.И.Кондрусев
04.07.1988 N 4630-88

**Санитарные правила и нормы охраны
поверхностных вод от загрязнения
СанПиН 4630-88**

{ Дополнение N 1 к Санитарным правилам и нормам охраны
поверхностных вод от загрязнения (СанПиН) от 04.07.88
N 4630-88 см. Документ Главного государственного
санитарного врача СССР N 5311-90 ([v5311400-90](#))
от 28.12.90 }

{ Дополнение N 2 к Санитарным правилам и нормам охраны
поверхностных вод от загрязнения (СанПиН) от 04.07.88
N 4630-88 см. Документ Министерства здравоохранения
СССР N 5793-91 ([v5793400-91](#)) от 11.07.91 }

{ Дополнение N 3 к Санитарным правилам и нормам охраны
поверхностных вод от загрязнения (СанПиН) от 04.07.88
N 4630-88 см. Документ Министерства здравоохранения
СССР N 6025-91 ([v6025400-91](#)) от 21.10.91 }

Вводится вновь с 1 января 1989 г.

Государственный санитарный надзор за соблюдением санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемических правил и норм государственными органами, а также всеми предприятиями, организациями и учреждениями, должностными лицами и гражданами возлагается на органы и учреждения санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения СССР и министерств здравоохранения союзных республик (Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении, утвержденные Законом СССР от 19 декабря 1969 г., статья 19, введенные в действие с

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
к составу и свойствам воды водных
объектов в пунктах хозяйственно-питьевого
и культурно-бытового водопользования**

	Для централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для купания, спорта и отдыха населения, а также водоемы в черте населенных мест
Взвешенные вещества*	Содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться больше, чем на:	
	0,25 мг/куб.дм	0,75 мг/куб.дм
	Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/куб.дм природных минеральных веществ, допускается увеличение содержания взвешенных веществ в воде в пределах 5%.	
	Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/сек. для проточных водоемов и более 0,2 мм/сек. для водохранилищ к спуску запрещаются	
Плавающие примеси (вещества)	На поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопление других примесей	
Запахи	Вода не должна приобретать несвойственных ей запахов интенсивностью более 1 балла, обнаруживаемых:	
	непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике:	

	20 см	10 см
Температура	Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 град.С по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5	
Минеральный состав	Не должен превышать по сухому остатку 1000 мг/куб.дм, в том числе хлоридов 350 мг/куб.дм, сульфатов 500 мг/куб.дм	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/куб.дм в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	
ВПК полное	Не должно превышать при 20 град.С:	
	3,0 мг O ₂ /куб.дм 2	6,0 мг O ₂ /куб.дм 2
ХПК	Не должно превышать:	
	15,0 мг O ₂ /куб.дм 2	30,0 мг O ₂ /куб.дм 2
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний	
Лактозоположительные кишечные палочки (ЛКП)	Не более 10000 в куб.дм**	Не более 5000 в куб.дм
Колифаги (в бляшкообразующих единицах)	Не более 100 в куб.дм**	Не более 100 в куб.дм
Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол),	Не должны содержаться в 1 куб.дм	

онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	
Химические вещества	Не должны содержаться в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ

Приложение 2

САНИТАРНЫЕ НОРМЫ
предельно допустимого содержания
вредных веществ в воде водных объектов
хозяйственно-питьевого и культурно-бытового
водопользования

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации
вредных веществ в воде водных объектов
хозяйственно-питьевого и культурно-бытового
водопользования

№ п/п	Наименование вещества	ПДК или ОДУ	Лимити- рующий показа- тель вреднос- ти	Преде- льно допус- тимая концен- трация в мг/л	Клас опа- сно- сти
1	2	3	4	5	6
817.	Нитраты (по NO ₃)	ПДК	с.-т.	45,0	3
818.	Нитриты (по NO ₂)	ПДК	с.-т.	3,3	2
1038.	Сульфаты (по SO ₄) 4	ПДК	орг. привк.	500,0	4
1235.	Хлориды (по Cl ⁻)	ПДК	орг. привк.	350,0	4



ВЕРХОВНА РАДА УКРАЇНИ

КОМІТЕТ З ПИТАНЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

Р І Ш Е Н Н Я

від 17 квітня 2017 року

№ 54/9

Про звернення до Кабінету Міністрів України
стосовно Програми розвитку
гідроенергетики на період до 2026 року

13 липня 2016 року Кабінетом Міністрів України було схвалено Програму розвитку гідроенергетики на період до 2026 року. Під час аналізу цього документу було виявлено низку серйозних недоліків.

По-перше, не була проведена державна екологічна експертиза. Програма передбачає будівництво низки об'єктів гідроенергетики, в тому числі на річці Дністер. Зокрема, мова йде про гідроелектростанції.

По-друге, при розробці та прийнятті Програми мало бути проведено її обговорення з представниками громадськості. Це є вимогою норм міжнародного права, а також дозволяє врахувати інтереси мешканців тих місцевостей, на територіях яких передбачається проводити відповідні проектно-будівельні роботи. Також були проігноровані точки зору природоохоронних громадських організацій і підприємців, які мають виробничі потужності на відповідній території.

За інформацією Всеукраїнської громадської організації Національний екологічний центр України (далі – НЕЦУ) реалізація Програми негативно вплине на екологічну ситуацію в Україні: погіршення якісного та кількісного стану водного фонду держави (у зв'язку з негативним впливом ГЕС на річки), руйнація екосистем басейнів річок, зокрема, річки Дністер, руйнування коридорів міграції тварин і птахів, та оселищ птахів тощо.

Неналежним та неповним видається фінансове обґрунтування Програми: на це вказує відсутність цільових програм, які б визначали економічні показники створення ГЕС, ГАЕС, та інших компонентів системи гідроенергетики.

За інформацією НЕЦУ, вказана Програма порушує вимоги Угоди про Асоціацію з ЄС, інших міжнародних угод, підписаних Україною (Оргуська конвенція, Бонська конвенція, Бернська конвенція, конвенція Еспо), а також ускладнює, або унеможливує імплементацію окремих Директив ЄС (№ 2001/42/ЄС, № 2003/35/ЄС, 2011/92/ЄС, 2003/4/ЄС, № 2000/60/ЄС).

Також при узгодженні та затвердженні Програми порушені положення Протоколу про стратегічну екологічну оцінку до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті» (далі – Протокол), ратифікованого Верховною Радою України 1 липня 2015 року. Зазначений Протокол вимагає при підготовці та прийнятті проектів документів державного планування здійснювати їх стратегічну екологічну оцінку за відповідною процедурою, а у випадку можливого транскордонного впливу – з залученням держави, яка може зазнати такого впливу.

Положення Закону України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного та соціального розвитку України» дають підстави віднести цю Програму до державних цільових програм. Отже, на неї розповсюджуються вимоги Закону України «Про державні цільові програми». Зокрема, цим законом вимагається обов'язкова попередня державна експертиза відповідної цільової програми.

В порушення вимог цього закону та Оргуської конвенції Міненероговугілля не здійснило попереднього опублікування цієї програми з метою надання громадськості можливості ознайомитись з нею.

При розробці Програми порушено вимоги статті 9 Закону України «Про державні цільові програми», оскільки Програма не визначає очікуваних екологічних результатів її реалізації. У відповідності до статті 14 Закону України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного та соціального розвитку України» державна екологічна експертиза є обов'язковою для проектів схем розвитку розміщення продуктивних сил та проектів розвитку окремих галузей економіки.

Окрім цього, Програма не містить інформації про те, на яких підставах визначені технічні показники електростанцій, які пропонується побудувати. За наявною інформацією, в Програмі можуть передбачатись застарілі радянські проекти електростанцій, які визнані неприйнятними з природоохоронної точки зору, а також є морально застарілими.

Прийнята програма не містить достатніх економічних обґрунтувань. В ній не здійснені розрахунки динаміки бюджетних витрат за такий часовий період, щоб ці розрахунки мали б репрезентативний характер. Програма не визначає, як зміняться бюджетні витрати на електричну енергію, та надходження від її продажу у випадку будівництва та запуску в експлуатацію запланованих об'єктів. Також, Програма не дає обґрунтованої відповіді на питання, за який період вартість побудованих електростанцій буде відшкодована, і вони приносятимуть дохід в державний бюджет.

До Комітету з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи надходять численні звернення органів місцевої влади та органів місцевого самоврядування населених пунктів, розташованих у басейні річки Дністер з вимогою заборонити будівництво каскаду гідроелектростанцій у басейні р. Дністер, на інших водних об'єктах.

Враховуючи викладене вище, Комітет в и р і ш и в:

1. Рекомендувати Кабінету Міністрів України:
 - розглянути можливість відмови від будівництва каскаду гідроелектростанцій на річці Дністер;
 - переглянути Програму розвитку гідроенергетики на період до 2026 року з метою усунення вказаних вище недоліків;
 - скасувати розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 липня 2016 р. № 552-р «Про затвердження Програми розвитку гідроенергетики на період до 2026 року» у разі неможливості виправити вказані вище недоліки;
2. Рішення направити Кабінету Міністрів України.

**Перший заступник
Голови Комітету**



А. ДИРІВ





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **135426** (13) **U**

(51) МПК (2019.01)
C02F 1/28 (2006.01)
C02F 3/00
C02F 3/02 (2006.01)
C02F 3/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
 ЕКОНОМІЧНОГО
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2019 01371</p> <p>(22) Дата подання заявки: 11.02.2019</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2019</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2019, Бюл.№ 12</p>	<p>(72) Винахідник(и): Домбровський Костянтин Олегович (UA), Рильський Олександр Федорович (UA), Гвоздяк Петро Ілліч (UA), Масікевич Андрій Юрійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Домбровський Костянтин Олегович, вул. Кияшко, 42, кв. 26, м. Запоріжжя, 69065 (UA), Рильський Олександр Федорович, вул. Будівельна, 2-в, м. Запоріжжя, 69077 (UA), Гвоздяк Петро Ілліч, вул. Олени Пчілки, 4, кв. 142, м. Київ, 02081 (UA), Масікевич Андрій Юрійович, вул. Сіді Таль, 4, кв. 38, м. Чернівці, 58000 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ МАЛИХ РІЧОК**(57) Реферат:**

Спосіб біологічного очищення малих річок включає акумуляцію води у відстійнику, очищення та скидання її у річку, плашкоути, до яких закріплена перегородка та захисну сітку. Відстійник заглиблюють у дно річки. У нижній перегородці виконують водовідвід скидання очищеної води у річку, а у верхній - отвір подачі потоку води до відстійника, який з'єднують з щільним стічним каналом, що закріплений до порожнистого дна з верхньою перфорованою площею. У порожнині відстійника розміщують несучі елементи у вигляді касетних рамок, до яких вертикально закріплюють волокнистий носій типу "ВІЯ". У верхній перегородці розміщують затулку регулювання потоку води.

UA 135426 U



(11) 135984

(19) UA

(51) МПК
C10L 5/02 (2006.01)

(21) Номер заявки: и 2019 01942

(22) Дата подання заявки: 26.02.2019

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну модель: 25.07.2019(46) Дата публікації відомостей
про видану патенту та
номер бюлетеня: 25.07.2019,
Бюл. № 14(72) Винахідник:
Мальований Мирослав
Степанович, UA,
Масікевич Андрій Юрійович,
UA,
Колотило Михайло
Петрович, UA,
Яремчук Валерій
Миколайович, UA,
Канда Марія Іванівна, UA,
Масікевич Юрій Григорович,
UA.(73) Власник:
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА",
вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів-
13, 79013, UA.

(54) Назва корисної моделі:

ПАЛИВНИЙ ФОРМОВАНИЙ ВИРІБ

(57) Формула корисної моделі:

Паливний формований виріб, що містить деревні відходи, які відрізняються тим, що додатково містить сульфатне мило, при наступному співвідношенні компонента, мас. %:

сульфатне мило 4-20 %
деревні відходи решта:

ДОДАТОК П

ПОСВІДЧЕННЯ
НА РАЦІОНАЛІЗАТОРСЬКУ ПРОПОЗИЦІЮ

№ 32/19 23 08 2019
DATA ВИДАНО

Відповідно до п. 35 Тимчасового положення про правову охорону об'єктів промислової власності та раціоналізаторських пропозицій в Україні, затвердженого Указом Президента України від 18 вересня 1992 року № 479/92 це посвідчення видане

Масікевич Ю.Г., Бурденюк І.П., Масікевич А.Ю.,
Дейнека С.Є., Черноус В.О., Мислицький В.Ф.

за пропозицію, яка подана Вищому державному
навчальному закладу України «Буковинський
державний медичний університет»

і визнана раціоналізаторською під назвою Акриловий волоконний сорбент-носіть
як базис для іммобілізації мікроорганізмів
in vitro


 Реєстр
 Вищого державного
 навчального закладу України
 «Буковинський державний
 медичний університет»
 Т.М. Бойчук

Додаток Р
Таблиця – Динаміка санітарно-гігієнічних показників річкової мережі Покутсько-Буковинських Карпат

Роки	НПШ																							
	заповідна зона						зона стаціонарної рекреації						господарська зона						Територія ландшафтів					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
2009	1,26	9,0	4,0	6,1	40,1	0,08	2,21	6,5	7,0	13,5	70,5	0,12	3,72	3,6	7,2	28,2	90,6	0,22	3,84	3,2	9,1	32,5	115,0	0,31
2010	1,35	8,5	6,5	10,2	85,0	0,15	2,50	6,0	8,5	23,2	110,0	0,25	4,05	3,5	9,0	39,5	170,0	0,50	4,10	3,0	10,0	44,1	220,4	0,65
2011	1,30	9,2	5,8	7,5	64,2	0,12	2,32	6,3	7,9	15,3	95,3	0,18	3,81	3,7	8,0	30,4	120,5	0,41	3,93	3,2	9,0	36,4	160,3	0,42
2012	1,25	10,8	5,0	6,5	55,1	0,10	2,11	6,5	7,0	14,2	80,4	0,15	3,60	3,7	7,6	28,0	105,3	0,34	3,70	3,3	8,1	31,2	140,1	0,39
2013	1,27	11,0	4,4	6,0	48,2	0,08	2,20	6,8	6,9	12,6	69,1	0,14	3,63	3,8	7,5	26,2	94,4	0,22	3,72	3,4	8,2	27,0	128,4	0,35
2014	1,29	11,2	4,3	5,4	35,0	0,07	2,45	6,9	6,8	11,5	56,0	0,10	3,70	3,6	7,3	24,4	88,2	0,12	3,75	3,5	7,9	25,9	117,5	0,28
2015	1,27	10,5	4,5	6,0	38,0	0,07	2,06	6,6	6,6	11,8	58,4	0,12	3,62	3,3	7,5	25,0	90,0	0,15	3,90	3,6	8,1	26,1	120,1	0,30
2016	1,21	11,2	4,0	5,5	36,0	0,06	2,04	6,5	6,5	11,4	55,7	0,11	3,65	3,6	7,2	24,0	87,3	0,11	3,70	3,4	7,5	25,5	115,2	0,25
2017	1,24	11,8	3,5	5,6	36,5	0,05	2,09	7,0	6,1	11,8	59,2	0,13	3,74	3,8	7,6	25,2	84,0	0,14	3,82	3,5	7,9	26,2	107,4	0,27
2018	1,22	12,0	3,3	5,4	34,7	0,05	2,03	7,1	6,7	11,9	60,5	0,11	3,63	4,0	7,7	25,3	83,1	0,13	3,73	3,5	8,2	27,0	106,3	0,26

Примітка:
 1 – завислі речовини (мг/дм³), 2 – розчинений кисень (мг О₂/дм³), 3 – БСК₅, 4 – ХСК (мг О₂/дм³), 5 – хлориди (мг/дм³),
 6 – нітрити (мг/дм³)

ДОДАТОК С

«Погоджено»
 Науковою радою
 при урядовій екології
 та природних ресурсів
 Чернівецької обласної державної
 адміністрації
 Начальниця управління
 Білоконь М.В.



«Затверджено»
 на засіданні науково-технічної ради
 Національного природного парку
 «Вижницький»
 Голова НТТ, директор НПП
 «Вижницький»
 Колотило М.П.
 29 вересня 2018 р.



ПРОГРАМА

сталого розвитку території національного природного парку
 «Вижницький» на основі дотримання принципів екологічної безпеки

Дана програма в своїй основі базується на реалізації положень
 зазначених в Карпатській конвенції (Київ, 2003) та Протоколах до неї.

Програма передбачає:

- подальший розвиток системи збалансованого лісокористування – основного потенційного джерела енергії, кисню та кліматорегулюючого фактору
- розширення території заповідного об'єкту за рахунок включення земельних ділянок без вилучення із користування та створення на їх основі буферних територій та територій відновлення регіональної екологічної мережі
- впровадження в зоні господарської діяльності НПП очисних конструкцій «ВіКа» та технологій реагентного методу для покращення санітарно-гігієнічного та санітарно-мікробіологічного стану річкової мережі регіону
- розвиток на прилеглих до заповідного об'єкту територіях підприємств з утилізації деревних відходів шляхом отримання паливних брикетів із врахуванням запропонованої в роботі технології для захисту ґрунтів
- широке залучення освітянських, громадських та релігійних організацій до екологічної просвіти та збереження природних екосистем
- пропагування та стимулювання здорового способу життя через розвиток об'єктів відпочинку та оздоровлення на територіях стаціонарної та регульованої рекреації
- розвиток наукового потенціалу НПП

Розробник програми, кандидат технічних наук, доцент Масікевич А. Ю.

ДОДАТОК Т

БУКОВИНСЬКА ФІЛІЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО
ЕКОЦЕНТРУ УКРАЇНИ



BUKOVYNA BRANCH
OF THE UKRAINIAN NATIONAL
ECOCENTER

"КРОНА"

"KRONA"

58022, м. Чернівці, вул. Федьковича, 68, тел. / факс (372) 51-37-40, код ЗКПО 23245833
Е-маїл: business@meta.ua р/р 26007302857 в ДАКБ УСБ м.Чернівці МФО 356011,

17.05.18 № 01-05/18

ДОВІДКА

Видана Масікевичу Андрію Юрійовичу, про те, що він розпочинаючи із 05 червня 1997 року є волонтером громадської екологічної організації Буковинська філія Національного Екологічного центру України.

Як волонтер організації він особисто приймав участь в реалізації цілого ряду природоохоронних проектів, що були направлені на збереження ландшафтного та біотичного різноманіття Карпатського регіону, серед яких: «Зелений пояс Карпат», «Кинуте зерно», «Пілотний проект з формування регіональної екологічної мережі в Чернівецькій області», «Карпатська школа» та інші.

Заступник директора
Буковинської філії НЕЦУ
«Крона»

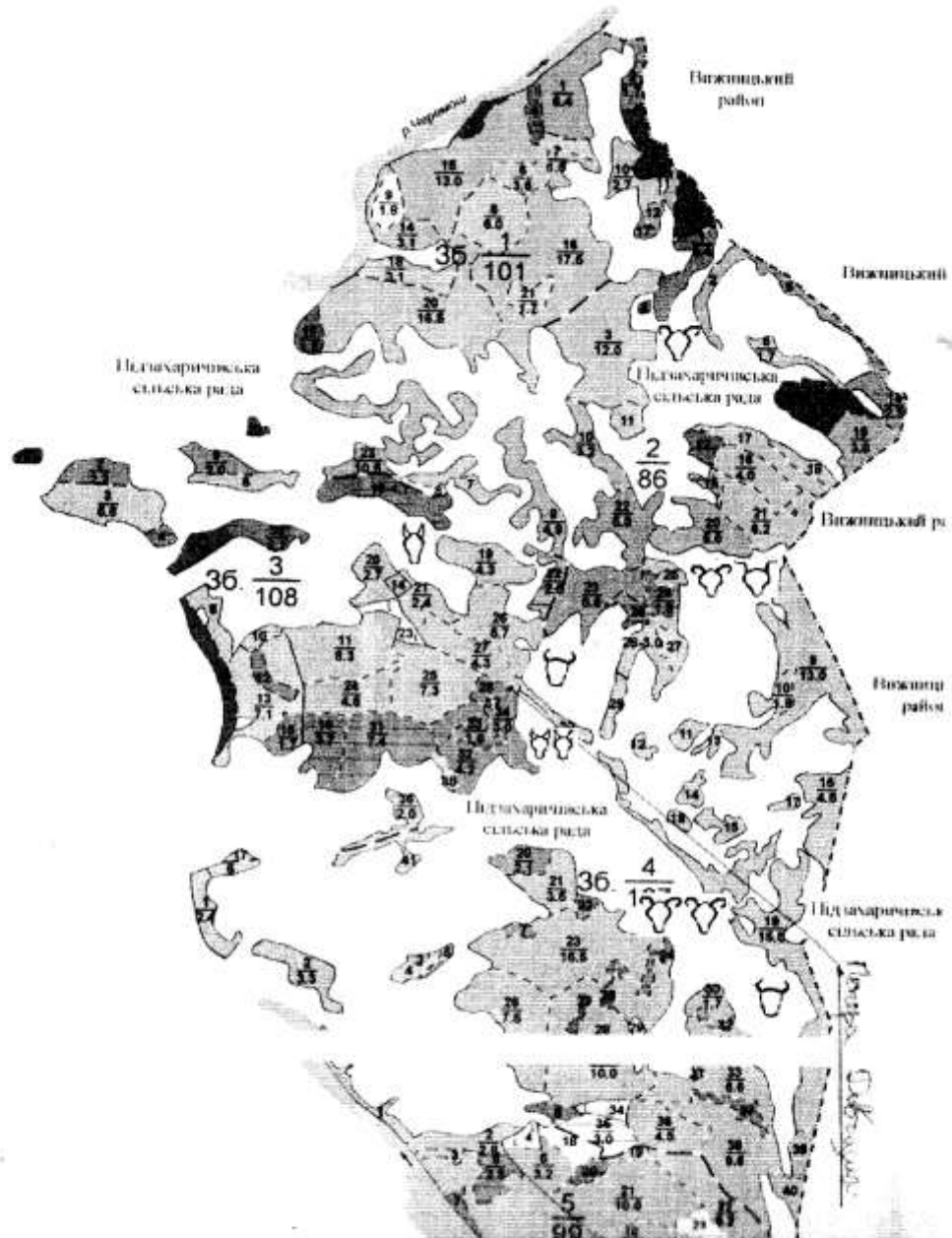


Handwritten signature in blue ink.

Д. Ю. Булега

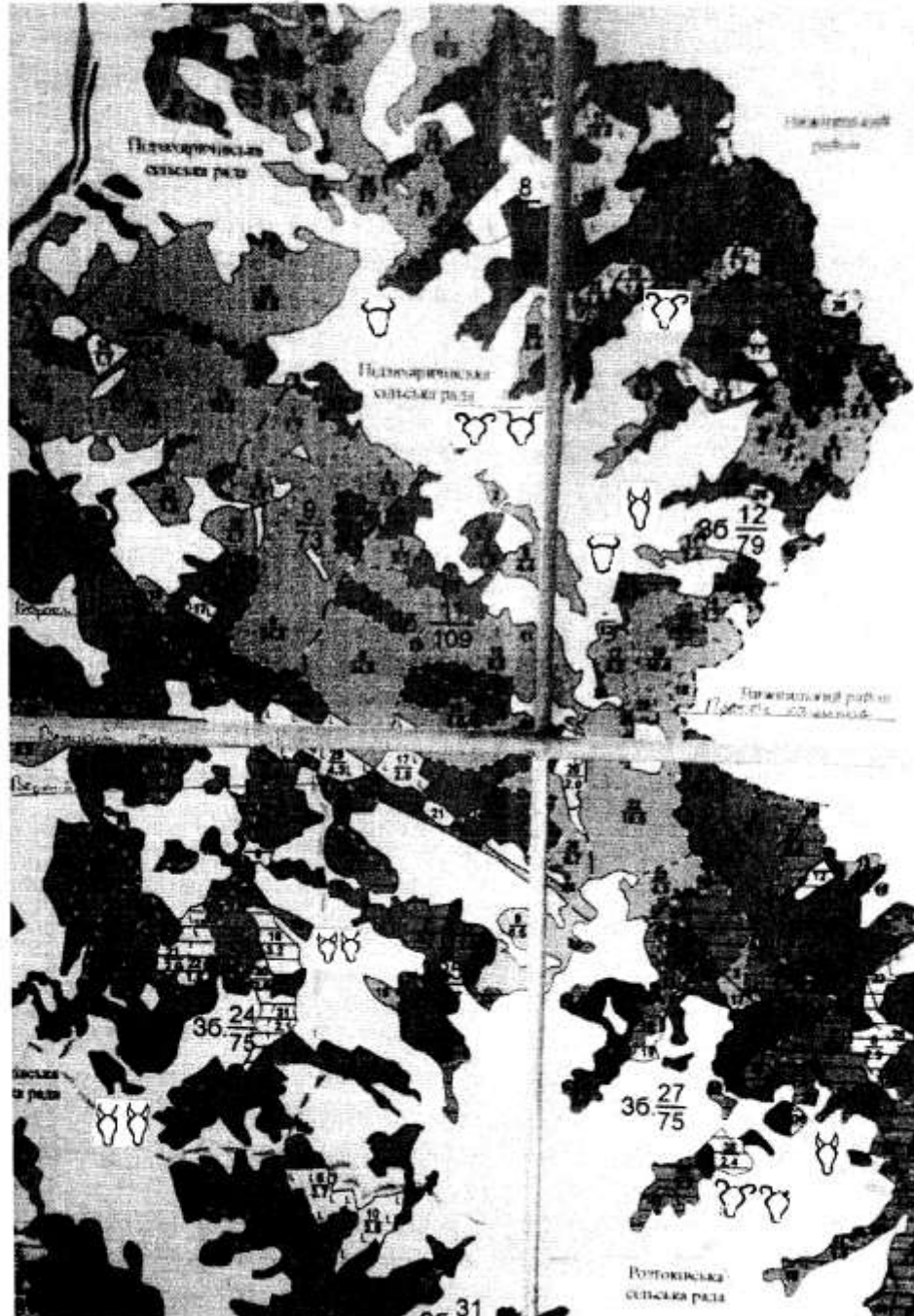
Скригунець
095 410 68 27

ДОДАТОК Ф



ТЕРИТОРІЇ ЗЕМЕЛЬ ЛІСОВОГО ФОНДУ, ЩО ПРИЛЯГАЮТЬ ДО НПП
«ВИЖНИЦЬКИЙ» ПО ВОДОДІЛЬНИХ ХРЕБТАХ

ДОДАТОК Ц



ТЕРИТОРІЇ ЗЕМЕЛЬ ЛІСОВОГО ФОНДУ, ЩО ПРИЛЯГАЮТЬ ДО НІПІ
«ВИЖНИЦЬКИЙ» ПО ВОДОДІЛЬНИХ ХРЕБТАХ

