

УДК 630*1:528.8

<https://doi.org/10.31713/vs220232>

Буднік З. М., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, z.m.budnik@nuwm.edu.ua), **Грицюк В. В., ст. викладач,** **Кондратюк Н. В., ст. викладач,** **Писаренко В. О., ст. викладач,** **Ціпан Ю. Р., ст. викладач** (Надслучанський інститут НУВГП, м. Березне, v.v.hrytsiuk@nuwm.edu.ua, n.v.kondratiuk@nuwm.edu.ua, y.r.tsipan@nuwm.edu.ua)

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ РІВНЕНЩИНИ

Зміна клімату чинить серйозний вплив на ліси, а також людей, особливо на тих, чиє життя залежить від лісів. З іншого боку, лісове господарство пропонує важливі можливості для скорочення викидів парникових газів і збільшення поглинання вуглецю, тому більшість стратегій боротьби зі зміною клімату пов'язані з лісами. Конвенція ООН про зміну клімату проголошує два підходи до вирішення проблеми зміни клімату: пом'якшення (наприклад, скорочення викидів і збільшення поглинання вуглецю) та адаптація (наприклад, адаптація до зміни клімату, яка вже існує). Лісове господарство може відігравати ключову роль в обох підходах.

У статті наведено результати досліджень впливу кліматичних показників на лісові екосистеми. Здійснено аналіз сучасного стану лісового сектору Рівненської області та встановлено основні показники впливу глобального потепління на ліси регіону. За останні десятиріччя у Рівненській області відбулася зміна породного складу лісів у напрямі зменшення цінних і продуктивних порід дерев (хвойних та твердолистяних) внаслідок збільшення площ похідних деревостанів і малоцінних лісонасаджень. Збільшення пройшло в основному за рахунок низькобонітетних твердолистяних порослевих насаджень та м'яколистяних, тобто якісний склад насаджень змінився в негативну сторону. Відповідно до структури лісів за групами порід панівними видами у Рівненській області є хвойні, зокрема сосна звичайна. Саме хвойні, які є панівними видами у Рівненській області, найбільше зазнають негативного впливу від

зміни клімату. Тому виникає необхідність розробки стратегій із адаптації лісового господарства до зміни клімату. Багато країн вже розробили стратегії, засновані на сталому управлінні лісами, але відсутність відповідних правових механізмів, прав власності та прав користувачів обмежує реалізацію цих стратегій. Найбільш негативний вплив чинять підвищення температури повітря та зміна кількості опадів, що призводить до зміни вегетаційного періоду та видового складу лісових екосистем.

Зміна клімату може спричинити заміну зональних типів рослинності, співвідношення лісових формацій та типів лісу; зниження життєздатності лісів, їх стійкості до шкідників та хвороб, збільшення інтенсивності всихання лісів; спалахи масового розмноження шкідників; зростання кількості та масштабності пожеж (особливо у хвойних лісах).

Ключові слова: лісові екосистеми; зміна клімату; потепління; кліматичні показники; тип лісу; видовий склад.

Постановка проблеми. Лісові екосистеми відіграють провідну роль у зміні клімату на планеті, адже лише рослинність здатна боротися зі шкідливими газами в атмосфері, при цьому найбільший відсоток поглинання вуглекислого газу з повітря та накопичення інших газів у своїй біомасі під час фотосинтезу належить лісам. За даними організації Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), вирубка лісів спричинила близько третини викидів парникових газів. За підрахунками Інституту світових ресурсів, на вирубку лісів на планеті на сьогодні припадає понад 20% внеску різних факторів у баланс викидів парникових газів, що посилює дефіцит здатності планети накопичувати вуглець в живих системах [1].

Зміна клімату чинить непоправний вплив на лісові екосистеми, тому сучасні підходи до ведення лісового господарства повинні зазнати реорганізації та бути націленими на стале управління лісами, які мають передбачити боротьбу зі зміною клімату, але відсутність відповідних законодавчих механізмів, прав власності чи прав користувачів зменшує ймовірність застосування таких стратегій.

У межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату була створена Паризька угода щодо регулювання заходів зі зменшення викидів діоксиду вуглецю з 2020 р., яка погоджена на 21-й

Конференції учасників UNFCCC, де особливе місце належить веденню лісового господарства. Сьогодні лісове господарство багатьох країн не пристосоване до використання Механізму розвитку чистих технологій (Clean Development Mechanism – CDM) згідно з Кіотським протоколом. На практиці це означає, що необхідно пройти багато комплексних перевірок, перш ніж проєкти, пов'язані з лісовим господарством, будуть затверджені та реалізовані [2].

Україна, разом із ще понад 100 країнами, підписала у 2021 р. Декларацію про ліси та землекористування в межах кліматичної конференції COP-26. Її підписанти заявляють про наміри посилити свої дії заради збереження лісів та інших екосистем, а також впровадити і, якщо необхідно, переглянути політику у сфері сільського господарства, аби забезпечити продовольчу безпеку без шкоди для довкілля. Декларація передбачає зберігати й відновлювати ліси та сприяти політиці сталого розвитку та виробництва, споживання товарів, які не призводять до вирубки лісів та деградації земель. У жовтні 2021 року Кабінет Міністрів України прийняв Стратегію з екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату до 2030 року. Це перший національний документ, який створює законодавче підґрунтя для адаптаційних заходів в Україні.

Отже, Україна обрала курс на боротьбу зі зміною клімату, відповідно провідна роль повинна належати зміні стратегії управління лісовим господарством та сталому використанні лісів, з метою їх збереження.

Об'єкт досліджень: лісові екосистеми Рівненської області за умов зміни клімату.

Предмет досліджень: кліматичні показники у межах Рівненської області та їх вплив на лісові екосистеми.

Мета дослідження полягає в аналізі кліматичних змін та вивченні їх впливу на вегетаційні зміни лісових екосистеми території Рівненської області.

Аналіз досліджень та публікацій. Згідно з літературними даними [3–6], за останнє століття середня температура в Україні зросла на 0,7° С, а також очікується подальше її зростання. Такі зміни несуть негативний вплив на лісові екосистеми. Прогнозований вплив зміни клімату на ліси може відрізнятися залежно від природних кліматичних зон, складу лісових порід і місцевих умов вирощування. Зміна клімату впливає на стійкість лісів та їх здатність

реагувати на мінливість кліматичних факторів [7–9] і, крім того, спричиняє значні зміни в біологічній продуктивності [10]. Щоб спрогнозувати кількість лісових ресурсів для лісового господарства та деревообробної промисловості, а також розробити заходи щодо запобігання зміні клімату та адаптації лісів [11–14], важливо мати розуміння продуктивності та стану лісу в середньостроковій та довгостроковій перспективі. Приведення лісового господарства до принципів сталого розвитку та впровадження стратегій, спрямованих на адаптацію лісів до змін клімату, може суттєво знизити уразливість лісів. Адаптаційні стратегії повинні ґрунтуватися на засадах сталого (невиснажливого) ведення лісового господарства з урахуванням природно-кліматичних зон та біоекологічних характеристик лісотвірних видів [15].

Питанням впливу змін клімату на лісові екосистеми присвячують свої праці науковці в усьому світі, як-от R. Seidl, D. Thom, M. Kautz, D. Martin-Benito, M. Peltoniemi, G. Vacchiano, J. Wild, D. Ascoli, M. Petr, J. Honkaniemi, M. J. Lexer, P. Mairota, M. Fabrika, P. De Frenne, J. Lenoir, M. Luoto, B. R. Scheffers, F. Zellweger, J. Aalto, M. B. Ashcroft, D. M. Christiansen, C. Greiser, E. Gril, J. Ogée, V. Tuustjärvi, P. Vangansbeke, K. Hylander, а також вітчизняні фахівці Букша І. Ф., Лакида П. І., Пастернако В. П., Краковська С. В., Швиденко А. З., Писаренко Л. А. та ін. [16–18]. Також науковцями Інституту екології Карпат здійснено моделювання уразливості лісових екосистем від змін клімату на регіональному рівні [19]. Отже, стійкість лісових екосистем та питання їх адаптації до змін клімату стає все більш актуальним.

Результати досліджень. Згідно з матеріалами Доповіді про стан навколишнього природного середовища Рівненської області, станом на 1 січня 2022 року загальна площа земель лісового фонду лісогосподарських підприємств сфери підпорядкування Державного агентства лісових ресурсів України (ДАЛРУ) становить 716,7 тис. га, 11,8 тис. га – землі в користуванні Міноборони України. Площа земель лісогосподарського призначення, що вкрита лісовою рослинністю регіону становить 632,5 тис. га. Лісистість області становить 36,4%. Відомості про землі лісогосподарського призначення області наведено в таблиці.

Таблиця

Землі лісогосподарського призначення

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	Кількість
1	Загальна площа земель лісогосподарського призначення, у тому числі:	тис. га	787,9
2	площа земель лісогосподарського призначення державних лісогосподарських підприємств	тис. га, %	716,7
3	площа земель лісогосподарського призначення комунальних ССВК	тис. га	59,4
4	площа земель лісогосподарського призначення Міноборони	тис. га	11,8
5	Площа земель лісогосподарського призначення, що вкрита лісовою рослинністю л/гпідприємств ДАЛРУ	тис. га	632,5
6	Запас деревини у розрахунку на одну особу	м ³	0,69
7	Лісистість (відношення покритої лісом площі до загальної площі області)	%	36,4

Лісові господарства в області постійно проводять роботи із посадки лісу за принципом розширеного відтворення лісів, тобто площа лісовідтворення перевищує площі зрубів. В період 2018–2021 років створено понад 153 га нових лісових екосистем.

Питання збереження та відновлення лісів було внесено до першочергових завдань, з метою збереження лісового фонду України, належного захисту і відтворення лісів, створення сприятливих умов для ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку з урахуванням природних та економічних умов, забезпечення прав громадян на безпечне довкілля у 2021 році під егідою Президента України В. Зеленського була започаткована екологічна ініціатива «Масштабне заліснення України». Динаміка лісовідновлення, лісорозведення в останні роки значно зменшилася, що було пов'язано із пандемією Covid-19 (рис. 1).

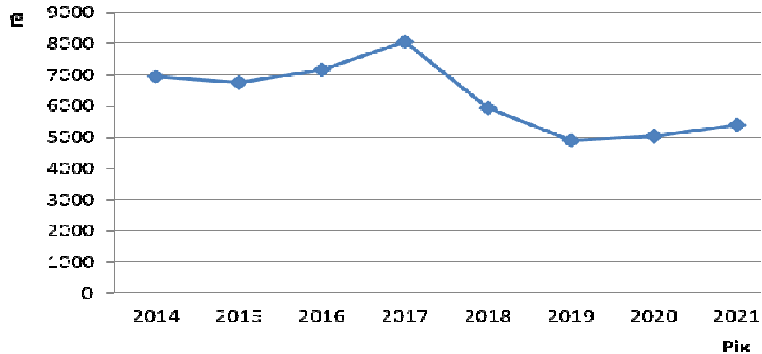


Рис. 1. Динаміка лісовідновлення, лісорозведення на землях лісогосподарського призначення

Ліси Рівненської області за екологічним і соціально-економічним значенням та залежно від основних виконуваних ними функцій поділяються на такі категорії (рис. 2): захисні ліси – 27992,6 га, експлуатаційні ліси – 509151,9 га, рекреаційно-оздоровчі ліси – 65003,9 га, ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення – 103613,1 га.

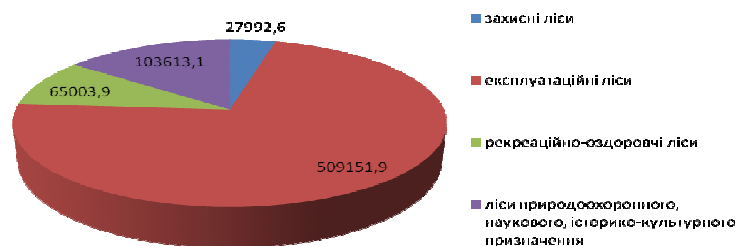


Рис. 2. Розподіл лісів Рівненської області за категоріями

Одним із вагомих показників лісового господарства є видовий склад лісів, адже саме від нього залежать водоохоронні та захисні функції, продуктивність насаджень, рівень використання деревних порід та ведення господарської діяльності.

Ґрунтово-кліматичні умови Рівненської області зумовили різноманітний породний склад лісів регіону. У структурі лісів за групами порід панівне значення належить хвойним деревостанам, під якими зайнято 389225,5 га, під м'яколистими – 137960 га, а найменше під твердолистими – 62272,3 га.

За останні десятиріччя у Рівненській області відбулася зміна породного складу лісів у напрямі зменшення цінних і продуктивних порід дерев (хвойних та твердолистяних) внаслідок збільшення площ похідних деревостанів і малоцінних лісонасаджень. Збільшення пройшло в основному за рахунок низькобонітетних твердолистяних порослевих насаджень та м'яколистяних, тобто якісний склад насаджень змінився в негативну сторону. Площа м'яколистяних порід збільшилася на 8392,9 га, тобто на 6,5%. Не виключено, що ці зміни були спричинені саме зміною клімату.

Відповідно до структури лісів за групами порід панівними видами у Рівненській області є хвойні, зокрема сосна звичайна, яка займає 65% вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок (374993,5 га).

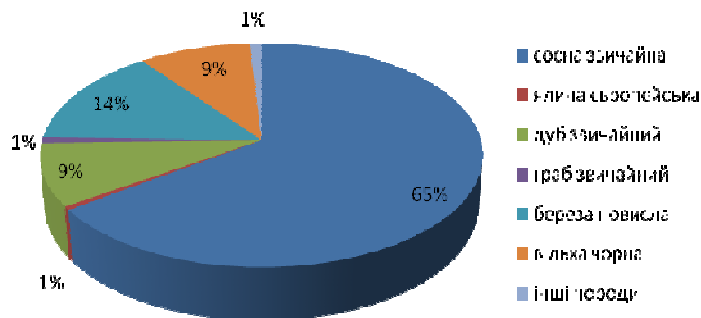


Рис. 3. Видова структура лісового фонду Рівненської області

До доміантних порід також належать береза повисла, яка займає 81658,8 га, дуб звичайний – 52110,9 га та вільха чорна 53892,2 га (по 9%). Всі інші породи становлять 3%, з яких по 1% займають ялина європейська (3064,6 га) та граб звичайний (5127,3 га).

Саме хвойні, які є панівними видами у Рівненській області, найбільше зазнають негативного впливу від зміни клімату. Тому виникає необхідність розробки стратегій із адаптації лісового господарства до зміни клімату. Багато країн вже розробили стратегії, засновані на сталому управлінні лісами, але відсутність відповідних правових механізмів, прав власності та прав користувачів обмежує реалізацію цих стратегій.

Найбільш негативний вплив чинять підвищення температури повітря та зміна кількості опадів, що своєю чергою веде до зміни вегетаційного періоду та зміни видового складу лісових екосистем.

Аналіз матеріалів спостережень по метеостанціях Рівненської області та проведення моделювання зміни кліматичних показників з використанням найбільш поширеного сценарію А1В, свідчить про підвищення температури повітря щороку на $0,7^{\circ}\text{C}$ (рис. 4).

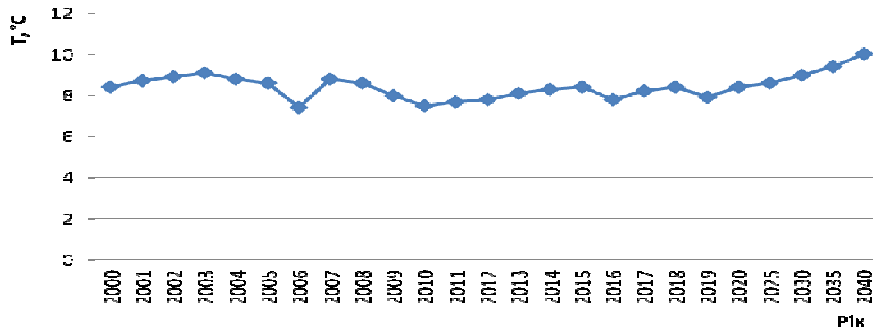


Рис. 4. Динаміка середньорічної температури повітря

Отже, середньорічна температура повітря для Рівненської області зростає на 1°C у 2020 р. порівняно із 2000 р. Здійснений прогноз, показує, що до 2040 року середня температура повітря зростає ще на $1,5\text{--}2^{\circ}\text{C}$. Такі зміни спричинені поступовим підняттям температури в зимовий період: в останнє десятиріччя спостерігаються аномально теплі зими.

Важливим показником, який впливає на вегетаційний період, є річна кількість опадів. Рівненська область належить до сприятливого для росту дерев регіону із достатнім зволоженням. Проте в останні роки спостерігається значний перерозподіл опадів зі збільшенням їх кількості в осінньо-зимовий періоди. В подальшому така тенденція призведе до суттєвого їх зменшення у весняно-літній період та незначного збільшення на початку вегетаційного періоду.

Негативний вплив на навколишнє середовище пом'якшився під час пандемії Covid-19, але потім усі основні кліматичні показники суттєво змінилися, значно більше ніж глобально, і значно ближче до 2020 року за кліматичним сценарієм А1В. Згідно з науковими дослідженнями [20], оптимальна температура для фотосинтезу в листяних і хвойних екосистемах становить $17,5$ і $16,0^{\circ}\text{C}$ відповідно, а опади впливають на інтенсивність фотосинтезу лише при низьких значеннях (менше 60 мм), іншими словами, можна припустити, що зміни кліматичних параметрів на початку вегетації сприятливо впливатимуть на фотосинтез у насадженнях. Незвично високі літні температури можуть бути обмежувальним фактором. При цьому

хвойні ліси можуть суттєво постраждати, оскільки цей фактор буде тільки посилюватися.

Варто також зазначити, що зменшення кількості опадів у серпні та вересні може бути згубним фактором для фотосинтезу та розвитку фотосинтетично активної флори. Враховуючи довгострокові тенденції тривалості вегетаційного періоду в XXI ст. Можна відзначити, що плантації відчувають стійке невелике збільшення, в середньому на 14 днів, через більш ранній початок фізіологічної активності на плантаціях. Загалом цю зміну можна вважати позитивною, оскільки накопичення вуглекислого газу лісовими екосистемами зростає.

Крім того, слід відмітити, що підвищення температури може призвести до поширення хвороб у лісових екосистемах. Найпоширенішим захворюванням у лісових екосистемах Рівненської області залишається коренева губка. Найбільшої шкоди хвороба завдає насадженням сосни віком 25–45 років, створеним на старих, непридатних для сільськогосподарського використання землях.

Посушливі кліматичні умови в останні роки призвели до збільшення експресії таких патогенів і відповідного збільшення кількості уражень на території, що призводить до виснаження насаджень, які часто вирощуються в поганих ґрунтових умовах. Поширенню хвороби сприяють і самі лісгосподарські підприємства, які через різні об'єктивні та суб'єктивні причини не приділяють належної уваги заходам боротьби з менш шкідливими осередками, які знаходяться на початковій стадії прояву кореневого грибка. Необхідно проводити малоінтенсивні заходи боротьби, санітарно-оздоровчі заходи, в тому числі вибіркові санітарні рубки та розчищення захарашеності лісу.

Отже, зміна клімату може спричинити заміну зональних типів рослинності, співвідношення лісових формацій та типів лісу; зниження життєздатності лісів, їх стійкості до шкідників та хвороб, збільшення інтенсивності всихання лісів; спалахи масового розмноження шкідників; зростання кількості та масштабності пожеж (особливо у хвойних лісах).

Лісова галузь може зменшити свою вразливість до зміни клімату через стратегічні впливи. У свою чергу, зменшення вразливості лісового сектору та покращення його здатності до адаптації матиме позитивний вплив для навколишнього середовища.



1. Швиденко А. З., Букша І. Ф., Краковська С. В. Уразливість лісів України до зміни клімату : монографія. Київ : Ніка-Центр, 2018. 184 с.
2. Соловій І. П., Кулешник Т. Я. Зміна клімату і лісовий сектор економіки: взаємовпливи, альтернативи, перспективи. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18.11. С. 209–216.
3. Букша І. Внесок лісового господарства України у зменшення ризику зміни клімату. *Деякі аспекти глобальної зміни клімату в Україні* : зб. статей. Київ : Ініціатива з питань зміни клімату, 2002. С. 132–146.
4. Букша І., Пастернак В., Корнієнко В. Роль лісового господарства у зменшенні ризику глобальних змін клімату. *Лісовий і мисливський журнал*. Київ : Преса України, 2002. № 1. С. 28–29.
5. Nabuurs G.-J., Mohren F., Dolman H. Monitoring and reporting carbon stocks and fluxes in Dutch forests: Pap. *Contribution of Forests and Forestry to Mitigate Greenhouse Effects* : COST E21 Workshop (Joensuu, 28–30 Sept, 2000). *Biotechnol., agr., soc. et environ.* 2000. No. 4. P. 308–310.
6. C. Robledo and C. Forner. Adaptation of Forest Ecosystems and the Forest Sector to Climate Change. *Forest and Climate Change Working Paper 2, Food and Agriculture Organization*. Rome, Robledo, Kanninen, and Pedroni, 2005.
7. Lindner M., Maroschek M., Netherer S. et al. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *For EcolManage.* 2010. Vol. 259. P. 698–709.
8. Мельнійчук М. М., Чабанчук В. Ю. Аналіз лісокористування у межах лісового фонду Рівненської області. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій* : зб. наук. пр. Луцьк, 2017. № 14. Т. 1. С. 116–121.
9. Дідух Я. П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дія. *Вісник Національної академії наук України* : загальнонаук. та громадсько-політичний журнал. 2009. № 2. С. 34–44.
10. Лакида П. І., Букша І. Ф., Пастернак В. П. Зменшення ризику глобальної зміни клімату шляхом депонування вуглецю при лісорозведенні та лісовідновленні в Україні. *Науковий вісник НАУ* : зб. наук. праць. Сер. Лісівництво. Київ : Вид-во НАУ. 2004. № 79. С. 212–217.
11. Пастернак В. П., Букша І. Ф. Методичні підходи до моніторингу динаміки вуглецю у лісових екосистемах. *Науковий вісник УкрДЛТУ* : зб. наук.-техн. праць. Сер. Менеджмент природних ресурсів, економічна і лісова політика. Львів : Вид-во УкрДЛТУ. 2004. Вип. 14.2. С. 177–181.
12. Стойко С. М. Потенційні екологічні наслідки глобального потепління клімату в лісових формаціях Українських Карпат. *Науковий вісник УкрДЛТУ* : зб. наук.-техн. праць. Сер. Глобальні зміни клімату – загроза людству та механізми відвернення. Львів : РВВ НЛТУ України, 2009. Вип. 19.15. С. 214–224.
13. Thom D., Rammer W., Seidl R. Disturbances catalyze the adaptation of forest ecosystems to changing climate conditions. *Global Change Biol.* 2017. Vol. 23. Pp. 269–282.
14. Seidl R., Schelhaas M.-J., Lexer M. J. Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. *Global Change Biol.* 2011. Vol. 17. Pp. 2842–2852.
15. Мельнійчук М. М., Чабанчук В. Ю. Видовий склад та вікова структура

лісових ландшафтів Рівненської області. *Українська географія: сучасні виклики* : зб. наук. праць. Київ, 2016. Т. II. С. 206–208. **16.** Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M., Vacchiano G., Reyer C. P. Forest disturbances under climate change. *Nature climate change*. 2017. Vol. 7(6). Pp. 395–402. **17.** De Frenne P., Lenoir J., Luoto M., Scheffers B. R., Zellweger F., Aalto J., Hylander K. Forest microclimates and climate change: Importance, drivers and future research agenda. *Global Change Biology*. 2021. Vol. 27(11). Pp. 2279–2297. **18.** Pureswaran D. S., Roques A., Battisti A. Forest insects and climate change. *Current Forestry Reports*. 2018. Vol. 4. Pp. 35–50. **19.** Ramsfield T. D., Bentz B. J., Faccoli M., Jactel H., Brockerhoff E. G. Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. *Forestry*. 2016. Vol. 89(3). Pp. 245–252. **20.** Інформаційні технології інвентаризації парникових газів та прогнозування вуглецевого балансу України / Бунь Р. А., Густі М. І., Дачук В. С. та ін. Львів : Вид-во Укр. акад. друкарства, 2004. 376 с.

REFERENCES:

1. Shvydenko A. Z., Buksha I. F., Krakovska S. V. Urazlyvist lisiv Ukrainy do zminy klimatu : monohrafiia. Kyiv : Nika-Tsentr, 2018. 184 s. **2.** Solovii I. P., Kuleshnyk T. Ya. Zmina klimatu i lisovyi sektor ekonomiky: vzaiemovplyvy, alternatyvy, perspektyvy. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2008. Vyp. 18.11. S. 209–216. **3.** Buksha I. Vnesok lisovoho hospodarstva Ukrainy u zmeshennia ryzyku zminy klimatu. *Deiaki aspekty hlobalnoi zminy klimatu v Ukraini* : zb. statei. Kyiv : Initsiatyva z pytan zminy klimatu, 2002. S. 132–146. **4.** Buksha I., Pasternak V., Korniienko V. Rol lisovoho hospodarstva u zmeshenni ryzyku hlobalnykh zmin klimatu. *Lisovyi i myslyvskiy zhurnal*. Kyiv : Presa Ukrainy, 2002. № 1. S. 28–29. **5.** Nabuurs G.-J., Mohren F., Dolman H. Monitoring and reporting carbon stocks and fluxes in Dutch forests: Pap. *Contribution of Forests and Forestry to Mitigate Greenhouse Effects* : COST E21 Workshop (Joensuu, 28–30 Sept, 2000). *Biotechnol., agr., soc. et environ*. 2000. No. 4. P. 308–310. **6.** C. Robledo and C. Forner. Adaptation of Forest Ecosystems and the Forest Sector to Climate Change. *Forest and Climate Change Working Paper 2, Food and Agriculture Organization*. Rome, Robledo, Kanninen, and Pedroni, 2005. **7.** Lindner M., Maroschek M., Netherer S. et al. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *For EcolManage*. 2010. Vol. 259. P. 698–709. **8.** Melniichuk M. M., Chabanchuk V. Yu. Analiz lisokorystuvannia u mezhakh lisovoho fondu Rivnenskoï oblasti. *Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylehlykh terytorii* : zb. nauk. pr. Lutsk, 2017. № 14. T. 1. S. 116–121. **9.** Didukh Ya. P. Ekolohichni aspekty hlobalnykh zmin klimatu: prychny, naslidky, diia. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy*: zahalnonauk. ta hromadsko-politychnyi zhurnal. 2009. № 2. S. 34–44. **10.** Lakyda P. I., Buksha I. F., Pasternak V. P. Zmeshennia ryzyku hlobalnoi

zmyny klimatu shliakhom deponuvannya vuhletsiu pry lisorozvedenni ta lisovidnovlenni v Ukraini. *Naukovyi visnyk NAU* : zb. nauk. prats. *Ser. Lisivnytstvo*. Kyiv : Vyd-vo NAU. 2004. № 79. S. 212–217. **11.** Pasternak V. P., Buksha I. F. Metodychni pidkhody do monitorynhu dynamiky vuhletsiu u lisovykh ekosystemakh. *Naukovyi visnyk UkrDLTU*: zb. nauk.-tekhn. prats. *Ser. Menedzhment pryrodnykh resursiv, ekonomichna i lisova polityka*. Lviv : Vyd-vo UkrDLTU. 2004. Vyp. 14.2. S. 177–181. **12.** Stoiko S. M. Potentsiini ekolohichni naslidky hlobalnoho poteplinnia klimatu v lisovykh formatsiiah Ukrainykh Karpat. *Naukovyi visnyk UkrDLTU* : zb. nauk.-tekhn. prats. *Ser. Hlobalni zminy klimatu – zahroza liudstvu ta mekhanizmy vidvernennia*. Lviv : RVV NLTU Ukrainy, 2009. Vyp. 19.15. S. 214–224. **13.** Thom D., Rammer W., Seidl R. Disturbances catalyze the adaptation of forest ecosystems to changing climate conditions. *Global Change Biol.* 2017. Vol. 23. Pp. 269–282. **14.** Seidl R., Schelhaas M.-J., Lexer M. J. Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. *Global Change Biol.* 2011. Vol. 17. Pp. 2842–2852. **15.** Melniichuk M. M., Chabanchuk V. Yu. Vydovyi sklad ta vikova struktura lisovykh landshaftiv Rivnenskoï oblasti. *Ukrainska heohrafiia: suchasni vyklyky* : zb. nauk. prats. Kyiv, 2016. T. II. S. 206–208. **16.** Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M., Vacchiano G., Reyer C. P. Forest disturbances under climate change. *Nature climate change*. 2017. Vol. 7(6). Pp. 395–402. **17.** De Frenne P., Lenoir J., Luoto M., Scheffers B. R., Zellweger F., Aalto J., Hylander K. Forest microclimates and climate change: Importance, drivers and future research agenda. *Global Change Biology*. 2021. Vol. 27(11). Pp. 2279–2297. **18.** Pureswaran D. S., Roques A., Battisti A. Forest insects and climate change. *Current Forestry Reports*. 2018. Vol. 4. Pp. 35–50. **19.** Ramsfield T. D., Bentz B. J., Faccoli M., Jactel H., Brockerhoff E. G. Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. *Forestry*. 2016. Vol. 89(3). Pp. 245–252. **20.** Informatsiini tekhnolohii inventaryzatsii parnykovykh haziv ta prohnozuvannya vuhletsevoho balansu Ukrainy / Bun R. A., Husti M. I., Dachuk V. S. ta in. Lviv : Vyd-vo Ukr. akad. druzkarstva, 2004. 376 s.

Budnik Z. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Hrytsiuk V. V., Senior Lecturer, Kondratiuk N. V., Senior Lecturer, Pysarenko V. O., Senior Lecturer, Tsipan Yu. R., Senior Lecturer** (Nadsluchansky Institute the National University of Water and Environmental Engineering, Berezne)

INFLUENCE OF CLIMATE FACTORS ON THE FOREST ECOSYSTEMS OF THE RIVNE REGION

Climate change is having a serious impact on forests as well as people, especially those whose livelihoods depend primarily on forests. On the other hand, forestry offers important opportunities to reduce greenhouse gas emissions and increase carbon sequestration, which is why most strategies to combat climate change involve forests. The UN Convention on Climate Change advocates two approaches to addressing climate change: mitigation (e.g. reducing emissions and increasing carbon sequestration) and adaptation (e.g. adapting to climate change that already exists). Forestry can play a key role in both approaches.

The article presents the results of studies of the influence of climatic indicators on forest ecosystems. An analysis of the current state of the forest sector of the Rivne region was carried out and the main indicators of the impact of global warming on the forests of the region were established. Over the past decades, there has been a change in the species composition of forests in the Rivne region in the direction of a decrease in valuable and productive tree species (conifers and hardwoods) as a result of an increase in the area of derivative stands and low-value forest plantations. The increase was mainly due to low-quality hard-leaved coppice plantations and soft-leaved plantations, that is, the qualitative composition of plantations changed in a negative direction.

According to the structure of forests by species groups, the dominant species in the Rivne region are conifers, in particular Scots pine. Conifers, which are the dominant species in the Rivne region, are the most negatively affected by climate change. Therefore, there is a need to develop strategies for adaptation of forestry to climate change. Many countries have already developed strategies based on sustainable forest management, but the lack of appropriate legal mechanisms, property rights and user rights limits the implementation of these strategies. The most negative impact is the increase in air temperature and the change in the amount of precipitation, which in turn leads to a change in the growing season and a change in the species composition of forest ecosystems.

Climate change can cause the replacement of zonal types of vegetation, the ratio of forest formations and forest types; decrease in the vitality of forests, their resistance to pests and diseases, increase in the intensity of forest drying; outbreaks of mass



reproduction of pests; increase in the number and scale of fires (especially in coniferous forests).

Keywords: forest ecosystems; climate change; warming; climatic indicators; forest type; species composition.