

[https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-312-6\(1\)-8](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-312-6(1)-8)

УДК 630*8-027.31(477)

Євгенія МЕНДЕЛА

Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, м. Івано-Франківськ

<https://orcid.org/0000-0003-0846-6449>

e-mail: zenja.mendela@pnu.edu.ua

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ЛІСОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

В сучасних умовах господарювання ефективний розвиток будь-якого підприємства, галузі, регіону, країни практично нереальний без впровадження та використання інновацій, які визначають загальний рівень конкурентоспроможності суб'єкта господарювання на внутрішньому та зовнішньому ринках. Залучення інновацій може сприяти підвищенню ефективності використання основного та оборотного капіталу, продуктивності праці, зниження собівартості та інших показників, що сприяє зниженню собівартості продукції, економії ресурсів і досягненню цільового рівня прибутку.

Сьогодні одним із основних глобальних напрямів інноваційного технологічного процесу є розвиток лісового господарства, метою якого є вдосконалення та активізація діяльності шляхом використання новітніх технологій. Тому все більш актуальним стає пошук інновацій, які можуть підвищити ефективність ведення лісового господарства.

Ліси надзвичайно важливі для економічного потенціалу України. Вони служать сировиною для діяльності та розвитку багатьох галузей економіки, створюють сприятливі умови для життя людей. Тим не менш, вони в задовільному стані, тому що є багато факторів, які стоять на перешкоді їхньому розвитку. Тому дослідження щодо використання інноваційних технологій як запоруки підвищення ефективності лісгосподарської діяльності потребують глибоких досліджень.

У статті комплексно досліджено реалізацію інноваційного розвитку лісового господарства України, яка базується на концепціях сталого розвитку та управління лісами, використовуючи кращий досвід європейських країн та традиції, сформовані в Україні. Реалізація ряду інноваційних заходів виявилася передумовою успішного розвитку національного лісового господарства. Ці заходи покликані усунути протиріччя між лісівництвом і лісництвом, розвивати інтегрований процес у сфері заготівлі, збереження та використання лісових ресурсів на основі орендних відносин та спільних інтересів в організаціях сталого лісокористування.

Метою цієї статті є визначити основні види інноваційних технологій та сфери їх застосування в лісовому господарстві країни.

Ключові слова: інноваційний розвиток, лісова галузь, онлайн-моніторинг, еко-папір, дерев'яне домобудівництво, екологічна сертифікація лісів.

Yevheniia MENDELA

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE FOREST INDUSTRY OF UKRAINE

In modern business conditions, the effective development of any enterprise, industry, region, country is practically unreal without the introduction and use of innovations that determine the overall level of competitiveness of the business entity on the domestic and foreign markets. Attracting innovations can contribute to increasing the efficiency of the use of fixed and working capital, labor productivity, reducing the cost of production and other indicators, which contributes to reducing the cost of production, saving resources and achieving the target level of profit.

Today, one of the main global directions of the innovative technological process is the development of forestry, the purpose of which is to improve and intensify activities through the use of the latest technologies. Therefore, the search for innovations that can increase the efficiency of forestry management is becoming more and more urgent. Forests are extremely important for the economic potential of Ukraine. They serve as raw materials for the activity and development of many branches of the economy, create favorable conditions for people's lives. Nevertheless, they are in a satisfactory state because there are many factors that stand in the way of their development. Therefore, research on the use of innovative technologies as a key to improving the efficiency of forestry activities requires in-depth research.

The article comprehensively researches the implementation of innovative development of forestry in Ukraine, which is based on the concepts of sustainable development and forest management, using the best experience of European countries and traditions formed in Ukraine. The implementation of a number of innovative measures turned out to be a prerequisite for the successful development of national forestry. These measures are designed to eliminate contradictions between forestry and forestry, to develop an integrated process in the field of harvesting, conservation and use of forest resources based on lease relationships and common interests in organizations of sustainable forest use. The purpose of this article is to determine the main types of innovative technologies and their areas of application in the country's forestry.

Key words: innovative development, forest industry, online monitoring, eco-paper, wooden house construction, ecological certification of forests.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

За останні десятиліття розвиток демократії, відкритої ринкової економіки та розвиненого суспільства, який досяг певного прогресу в Україні, спричиняє прямий та опосередкований вплив на лісовий сектор, особливо на оцінку суспільної та екологічної ролі лісів, біорізноманіття та ставлення громадськості до лісів, виробництва та споживання деревних виробів. За останні 10 років збільшились обсяги міжнародної торгівлі продуктами деревообробної промисловості, що пояснюється екологічністю, універсальністю та

енергоємністю матеріалів з деревини. Світовим трендом виступає активне впровадження інноваційних технологій на рівні організації підприємства, виробництва та збуту.

Інновації є рушійною силою економічного розвитку та конкурентоспроможності країн і фірм. Інновації необхідні для адаптації до мінливих економічних і соціальних процесів, а також для використання нових можливостей, пов'язаних із потребами, що виникають. Глобальні виклики, такі як криза сталого розвитку, зміна клімату та зростаюча глобальна соціальна та економічна взаємозалежність, вимагають трансформаційних інновацій і нових форм управління з метою адаптації технологій, економіки та суспільства. Отже, міждисциплінарні погляди та системні чи інтегровані моделі інновацій набули актуальності.

Інновація передбачає генерування нових знань, які частково доповнюють і частково суперечать тому, що вже відомо. Цей процес обов'язково відбувається на системному рівні, оскільки соціально-економічний контекст посилення реагує та взаємодіє зі знаннями, втіленими в новому процесі, що реалізується. Таким чином, наслідки інновацій необмежені та невизначені, оскільки системний характер наступного процесу адаптації може призвести до каскадних ефектів, що діють на рівнях, досить далеких від безпосереднього контексту процесу. Щоб зрозуміти такі наслідки та пов'язаний з ними вплив системи на інноваційний процес, була розроблена спеціальна література про інноваційні системи. Компанії не впроваджують інновації поодиночі; інновації базуються на інтерактивному навчанні, що призводить до наступних ефектів зворотного зв'язку, що включає всю відповідну інноваційну систему. Фактично, саме цей складний ітераційний процес визначає саму систему, межі якої постійно змінюються відповідно до еволюційної моделі інноваційних процесів. Складність таких процесів ілюструє, чому управління інноваціями не можна звести до розробки та впровадження політики. Консультаційні системи мають центральне значення для будь-якої підтримки інновацій, особливо в лісовому господарстві з роздробленими структурами власності, оскільки власникам невеликих об'єктів або підприємств часто бракує інноваційного потенціалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Лісове господарство відіграє важливу роль у соціально-економічному та екологічному становищі країн, тому його ведення та перспективи розвитку охарактеризовано як тема численних публікацій. Науковці: Гондовська А., Гондовський Д., Савчук О.О., Чечелюк П., Хрик В., Мельник С.О., Мішенін Є.В., Шубалий О.М. та інші, – досліджують різні аспекти деяких сучасних технологій, які забезпечують інноваційні процеси та їх впровадження в національному лісовому секторі.

Формулювання цілей статті

Проблема підвищення ефективності лісгосподарського виробництва на сьогодні потребує застосування нових підходів з метою її вирішення, оскільки процес відтворення та використання лісових ресурсів України не відповідає критеріям сталого розвитку лісового господарства.

Виклад основного матеріалу

Інновації – це не просто управлінський інструмент для досягнення конкурентного домінування, їх також можна використовувати для досягнення цілей, спільних для широкого кола зацікавлених сторін; ми називаємо такі процеси соціальними інноваціями. Соціальні інновації позначають інноваційну діяльність, спрямовану на подолання соціальних та економічних проблем на користь суспільства в цілому [1]. У лісовому секторі соціальні інновації, або інклюзивні інновації, є новою галуззю досліджень протягом кількох років. Соціальні чинники в інноваціях ширше вивчалися у формі соціальної практики, когнітивних бар'єрів, гендерних відмінностей або інституційних змін у різних культурах. Дослідження інновацій для сталого розвитку часто зосереджені на трансформаційних інноваціях, які підтримують зміну нашої економічної (або соціальної) системи, наприклад, у бік біоекономіки, в результаті чого спостерігається різне розуміння сталого розвитку.

Соціальні інновації охоплюють усі типи інновацій із сильною участю громадянського суспільства, використанням інклюзивних інструментів участі та (нормативною) метою колективних вигод у їх результаті. З точки зору управління включає неієрархічні процеси управління, в яких недержавні, приватні корпоративні суб'єкти та актори громадянського суспільства беруть участь у формуванні державної політики та роблять свій внесок у неї. Соціальні інновації мають потенціал сприяти досягненню різноманітних цілей політики та соціального добробуту, однак, все ще є простір для маневру для політичної підтримки та вдосконалення на практиці. Соціальні інновації за своєю суттю містять радикальні трансформаційні елементи та виходять за рамки економічних переваг інновацій. Політична підтримка повинна брати до уваги, що соціальні інновації не є ринковими, а також не орієнтованими (просто) на отримання прибутку, але їхні наслідки можуть мати значний вплив на добробут і добробут сільських територій. Підтримку мережевої та координаційної діяльності слід інтенсифікувати шляхом включення підходів із залученням багатьох учасників. Для майбутньої дослідницької діяльності це вимагає розширених

емпіричних досліджень моделей залученості між секторами з метою інформування про політику та практику.

Загалом лісове господарство є консервативною та ізольованою галуззю з обмеженою передачею знань, яка не може інвестувати достатньо в інноваційність. Брак фінансових ресурсів можна розглядати як основну причину затримки розвитку. Стратегія в лісовому секторі повинна бути зосереджена на мобілізації знань, що веде до інновацій, і передбачає певний рівень взаємодії з партнерами, який є творчим і трансформуючим. В довготривалій перспективі це має створити нові шляхи для інновацій у цьому секторі та для всього лісогосподарського комплексу.

Інновації у лісопереробному комплексі несуть прогресивний характер і дозволяють досягти значних синергетичних ефектів. Динаміка розвитку деревообробної галузі знаходиться на одному з перших місць у світі через перехід до відновлюваних та біологічних джерел енергії. Гіганти лісової промисловості прагнуть знизити витрати сировини, оптимізувати організацію управління та залучити інвестиції.

Лісовий сектор України потребує функціонування відповідно до сучасних реалій, тому напрями інноваційної політики визначають здебільшого орієнтовно на міжнародний досвід. Економічно ефективним та доцільним є виробництво інноваційних продуктів, які дозволяють дбати про навколишнє середовище та здоров'я людини. Питання введення нових виробничих потужностей, розвитку глибокої переробки лісу та розробки інноваційних продуктів з деревної сировини є одними з найпріоритетніших. Створення інноваційного продукту вимагає досить серйозних витрат, пов'язаних з інвестуванням у нові технології та наукові дослідження. В сучасних умовах важливим фактором сталого розвитку галузі стає стимулювання обробки та рециклінгу, а також створення механізму розширеної відповідальності виробників за утилізацію товарів. У багатьох галузях з'являються такі поняття, як утилізаційний збір, коли виробник уже під час продажу свого товару зобов'язаний сплатити внесок, який потім піде на оплату утилізації його продукції. Головними драйверами зростання лісопромислового комплексу виступає розвиток інтернет-торгівлі та будівельної індустрії. Завдання інноваційних проєктів модернізації полягає у підвищенні продуктивності та економічної успішності. Моделювання, імітація, оптимізація, цифровізація даних дозволяють моделювати лісові екосистеми на новому рівні складності.

Недостатня ефективність системи охорони та захисту лісів, втрати лісових ресурсів від пожеж та паразитів поряд із парком морально застарілого обладнання вказують на необхідність модернізації лісової промисловості та оцифрування даних з лісоустрою. Концепція «цифрового лісівництва» (Digital forestry) має на увазі статистичну обробку та моделювання масиву даних, включаючи дистанційне зондування територій. При плануванні рубки лісу менеджер отримує інформацію про стан ґрунтів та ґрунтових вод, проводить моделювання якості майбутньої деревини та ціни, за якою її вдасться продати. У лісовому комплексі інформатизація застосовується у виробничому та збутовому сегментах та стає необхідним інструментом менеджменту ризиків. Створювана система зрештою дозволить скоротити втрати сировини та знизити витрати на виробництво.

Окремі приклади ефективного застосування нових технологій у захисті лісу: супутникове виявлення вогнищ займання; лісопатологічний моніторинг з використанням камер, оснащених LIDAR датчиками, що включає збирання, аналіз та використання інформації про стан лісів, у тому числі і про осередки шкідливих організмів, що належать до карантинних об'єктів. Система моніторингу лісових ділянок за допомогою дронів збирає дані про незаконне вирубування лісу та браконьєрство.

GSM покриття і GPS на територіях лісозаготівлі дає можливість онлайн-моніторингу та діагностики використовуваної техніки.

Державне агентство лісових ресурсів України працює в напрямку діджиталізації та повністю підтримує пропозиції Європейської Бізнес Асоціації стосовно концепції "Держава у смартфоні" [2]. Зокрема, щодо запровадження загальнодержавного електронного реєстру лісорубних квитків та загальнодержавної системи електронного обліку деревини, обов'язкової для ведення всіма постійними лісокористувачами. Це сприяє відкритості інформації, пов'язаної з лісовим господарством, та зменшенню обігу незаконно заготовленої деревини. Повністю введено систему електронного обліку деревини у лісогосподарських підприємствах, які входять до сфери управління відомства, а це 73% лісів України.

На сайті Держлісагентства [3] оприлюднюються не лише лісорубні квитки на заготівлю деревини, а й можна дізнатися про відтворення лісів, перевірити легальність лісопродукції, переглянути перелік виданих сертифікатів про походження лісо- та пиломатеріалів, а також стежити за перебігом міжнародної сертифікації лісів. Нещодавно Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України створило державний інтернет-магазин "ДроваЄ" з продажу дров. Для масштабної діджиталізації необхідна підтримка держави в більшому обсязі.

Електронний облік деревини – це система фіксації та оформлення руху деревних ресурсів із застосуванням засобів автоматизації на всіх етапах лісозаготівельних робіт (рис. 1 [4]).

Під час лісозаготівель вся деревина маркується бирками, що мають штрих-код. Завдяки внесенню інформації з бирки до КПК, по кожному сортименту фіксується об'єм, характеристика сортименту та ділянка, на якій деревина була заготовлена. Тепер дуже швидко і без зайвих паперів кожна колода отримує бирку із усіма параметрами, які внесені у КПК майстра лісу, що дає можливість чітко простежити рух

кожного сортименту, починаючи з лісосіки. Після фіксації лісопродукції биркою, відбувається обмін між підприємством та центральним сервером галузі. Таким чином лісівники мають реальну картину про лісопродукцію, яка переміщується з лісу на підприємство. Таким чином, система в цифровому вигляді представляє ланцюг постачання від лісу до покупця – першого підприємства. Електронний облік деревини впроваджується в Україні поетапно з 2009 року. Спочатку системою користувались лише постійні користувачі Державного агентства лісових ресурсів України, поступово (з 2020 р.) вона стала обов'язковою для всіх постійних лісокористувачів в Україні. Постачальник технології, обладнання та програмного забезпечення – компанія Latchbacher (Австрія). Для користувачів система дозволяє скоротити час на реєстрацію, обробку та звітування про продажі необробленої деревини. Громадськість може відстежити законність походження лісопродукції за номером бирки, рахунка-фактури або номерним знаком вантажівки на сайті.

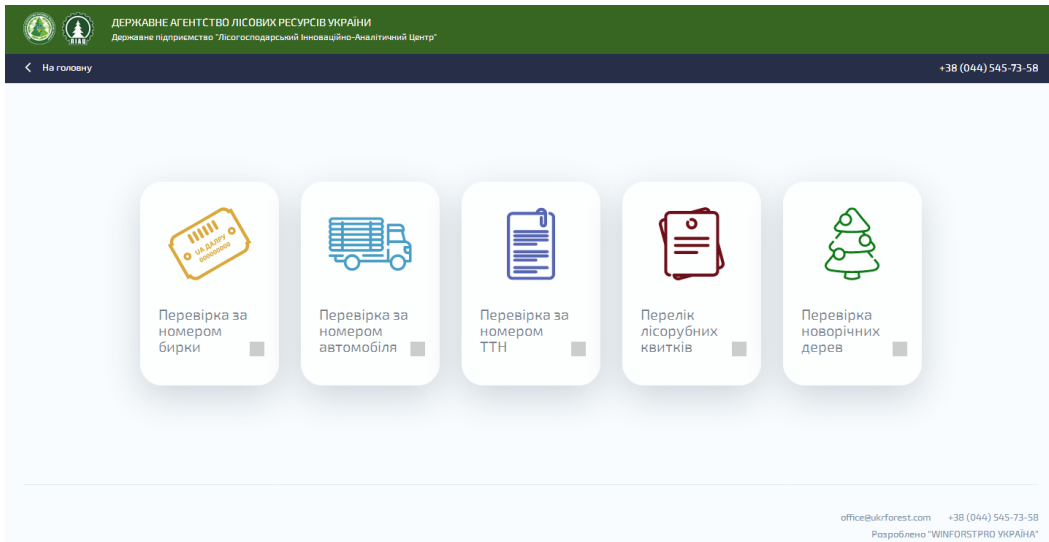


Рис. 1. Електронний облік деревини ДП «Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр»

Deep Green Ukraine – це система супутникового моніторингу українських лісів, яка дає можливість на визначених територіях аналізувати відкриті дані державних установ (земельний кадастр, лісові карти, лісорубні квитки тощо) та супутникові дані, виявляти незаконні вирубки та моніторити планові [5]. Deep Green Ukraine – незалежна система, яка дає можливість автоматично аналізувати супутникові знімки за допомогою неймережі на предмет виявлення втрат лісового покриву та виявляти наявність дозволів на вирубки лісу у відкритих державних базах даних. Завдяки такому функціоналу можна перевіряти факти здійснення вирубок лісу і вчасно проводити обстеження щодо виявлених системою ймовірно незаконних вирубок та моніторити планові рубки.

Система дозволяє у режимі, наближеному до реального часу, дізнаватися, скільки лісу зникло з лісової карти України та коли це сталося. Система доступна лише у пілотних областях, за наявності подальшої підтримки планується масштабування на всю Україну. Систему планується передати на баланс профільним державним органам для забезпечення адміністрування та технічної підтримки. Deep Green Ukraine впроваджується спільними зусиллями Інституту Космічних Досліджень НАНУ та ДКАУ, ГО «Центр Моніторингу Влади» та ГО «Лісові ініціативи і суспільство». Розробка системи Deep Green Ukraine стала можливою завдяки перемозі у конкурсі Open Data Challenge, реалізованому в межах проєкту міжнародної технічної допомоги USAID/UK aid “Прозорість та підзвітність у державному управлінні та послугах/TAPAS” за підтримки Міністерства цифрової трансформації України. Діяльність ГО «Лісові ініціативи і суспільство» також підтримується відділом міжнародних програм Лісової служби США.

Deep Green Ukraine розробив технологію, що відстежує незаконні вирубки лісів за допомогою супутникових даних (рис. 2). Система класифікує всі вирубки, в основному, як законні чи незаконні, аналізуючи дозвільні квитки. Особливість проєкту – поєднання використання оптичних і радарних даних, що дозволяє моделям працювати в будь-який сезон і за будь-якої погоди, підтримуючи регулярне оновлення інформації. Для цього розроблено нову стратегію навчання, яка базується на двох техніках машинного навчання – «pseudo labeling» та «knowledge distillation». Як це працює: для кожної області є тисячі повністю розмічених квадратів 224 на 224 пікселі, які покривають невелику частину області. На основі них відбувається навчання трьох топових архітектур глибоких нейронних мереж. Після навчання ці моделі об'єднуються в ансамбль та продукують карту вирубок на рівні області. Нові вирубки (ті, що додалися за період спостереження) розподілені по всіх лісах області, належать різним типам лісів, типам поверхонь та географічно розподілені по всій області. Їх використовують як псевдо-лейбли для навчання однієї глибокої моделі на рівні області, яка, в свою чергу, продукує карту вирубок високої точності на нерозмічених

частинах області. За допомогою підходів «knowledge distillation» отримують 1 модель, яка має вищу точність, ніж три глибокі моделі, об'єднані в ансамбль, що є її вчителями.

Розроблений проектною командою веб-портал використовує такі дані: дані, отримані від нейронних мереж про зміну лісового покриву, дані відкритих реєстрів та інших джерел (в т.ч. підвантажені у систему окремими користувачами фото і відео із геоданими щодо порушення діючого природоохоронного законодавства та нелегальних рубок лісу, зв'язок із правоохоронними органами країни). Веб-портал DGU розроблений компанією magneticonemt.com на основі прототипу DeepForest, створеного командою ForestCom у 2020 році за підтримки ГО «Агентство екологічних розслідувань» (EIA) та системи ClearCut, розробленої ІТ-компанією «Quantum» спільно з Товариством природоохоронних ПС в Україні (SCGIS Ukraine).

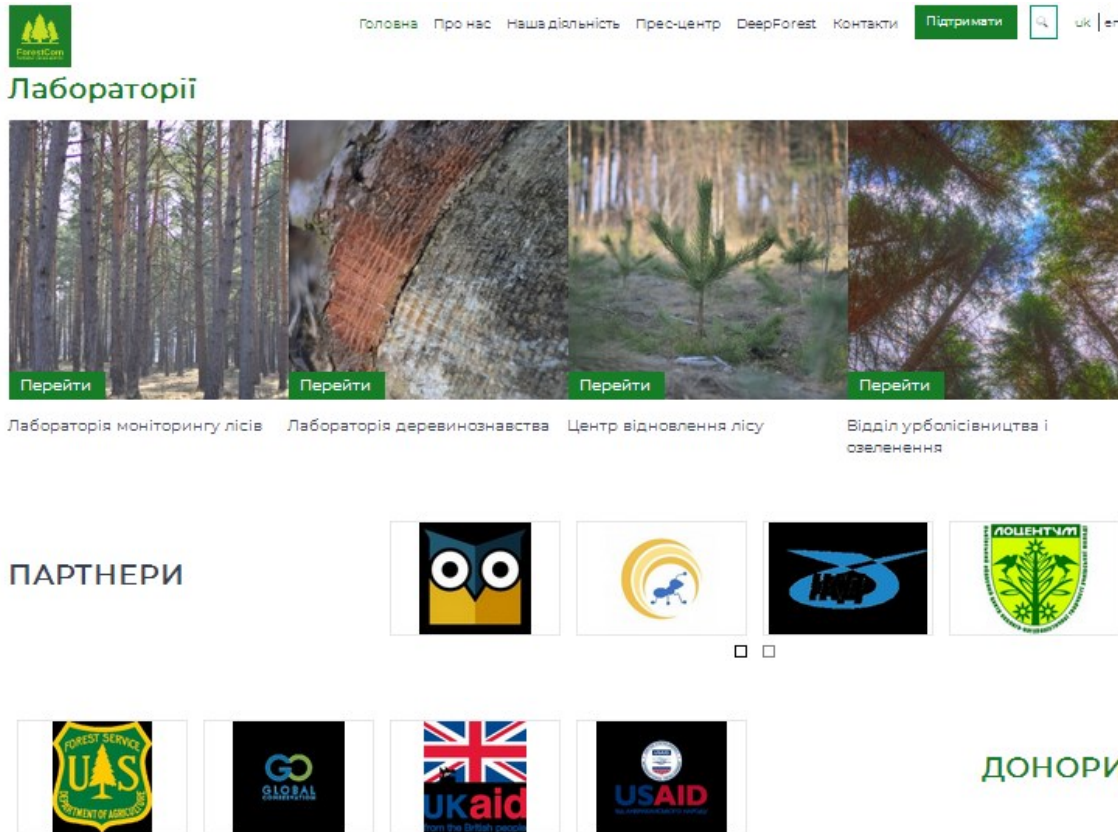


Рис. 2. Deep Green Ukraine – система супутникового моніторингу українських лісів

Мобільний додаток дозволяє будь-якому користувачеві відзначити на інтерактивній карті інформацію, наприклад, про спалах у лісовому фонді країни. Мобільний застосунок «Лісозахист» (рис. 3) для смартфонів на базі операційної системи Android – поєднання можливостей геопорталу "Ліси України" та мобільного додатку Ukrainian Fire Protection для збору даних в лісі про появу шкідників або хвороб, пожеж, їх діагностики та моніторингу. На даному етапі – для фахівців лісового господарства.

Даний додаток передбачає використання мобільних пристроїв для збору інформації в лісі про появу шкідників або хвороб та має декілька рівнів можливостей: на першому етапі майстри лісу збирають дані про виявлені явища, ця інформація синхронізується на всіх мобільних пристроях підприємства та потрапляє в базу геопорталу "Ліси України". Далі фахівці підприємства (помічники лісничих, лісничі, інженери) мають змогу переглядати інформацію про виявлені осередки в усьому лісгоспі. За необхідності, можна знайти осередок на місцевості за допомогою вбудованого у смартфон GPS-приймача, підтвердити його або видалити. Для діагностики осередку можна скористатися вбудованим електронним визначником, де зібрана інформація про всі хвороби та шкідники, притаманні лісам України. Визначник структурований, складається з наочних матеріалів і даних про діагностичні ознаки та заходи боротьби.

Після виконання будь-яких змін в додатку, вся інформація буде доступна на геопорталі «Ліси України», де було розроблено декілька сторінок, націлених на роботу з електронною базою осередків, а саме:

- друк звітності підприємств та обласного управління лісового та мисливського господарства (ОУЛМГ),
- перегляд виявлених та підтверджених осередків на карті,
- відображення динаміки осередків в розрізі видів шкідників та хвороб, місяців,

- виявлення та визначення локації осередків, закономірностей поширення та розвитку патологічних процесів у лісах України.

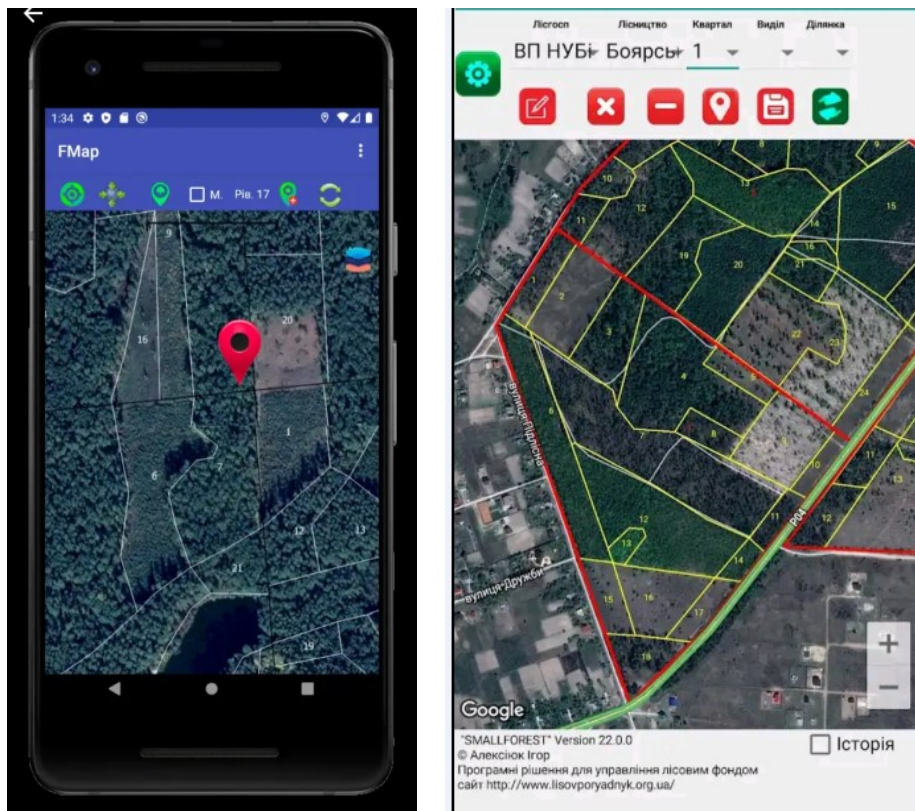


Рис. 3. Мобільний застосунок для моніторингу лісів

Великий інтерес на сьогоднішній момент викликає застосування технології доповненої реальності у лісовому господарстві та сегменті лісозаготівель за рахунок створення цифрових близнюків – комп'ютерних 3D-моделей лісів, на яких відбувається заготівля. За допомогою даної технології можна не лише відстежувати лісозаготівельні роботи, а також отримувати інформацію про існуючі дерева, бачити, як вони розвиваються, який обсяг можна отримати в наступні 10 або 20 років. Також практикується запуск безпілотних літаків та гелікоптерів, які можуть літати на сотні кілометрів.

Забезпечення переходу до інноваційних еколого-орієнтованих високомеханізованих методів ведення лісового господарства, процесу створення та вирощування лісу, проведення рубок і догляду у відповідності до наукових рекомендацій, задач збереження генофонду лісів та програм вирощування цільових та еталонних насаджень здійснюється на базі використання сучасної дороговартісної техніки: харвестерів та форвардерів (рис. 4, 5 [6]).

Ще один перспективний інноваційний напрямок для ЛПК України – це нові целюлозно-паперові потужності. До 2030 р. рівень загальносвітового попиту на целюлозу зросте до 17 млн тонн на рік, і Україна може зміцнитись на цьому ринку, оскільки вже є суттєві напрацювання. Целюлозно-паперова промисловість є специфічною галуззю економіки, яка спрямована на масове виробництво, яке потребує постійного застосування сировини. Українська целюлозно-паперова промисловість працює на імпортованій сировині – целюлозі, тому виробництво паперу є не дешевою справою.

Застосування інноваційних технологій у целюлозно-паперовій промисловості, зокрема, використання альтернативних джерел ресурсів, таких як солома, дозволить розвивати супутні галузі та створювати додаткові робочі місця, зменшити залежність від імпортованої сировини та утилізацію вторинної сировини, зменшити використання деревини в Україні [7]. Солом'яна целюлоза має достатні властивості для виробництва паперу і картону. Збирання вторинної сировини з посівних площ – соломи – є одним з прикладів забезпечення сталого розвитку галузі. Витрати виробництва зменшаться у 2 рази в порівнянні з придбанням целюлози за кордоном.



Рис. 4. Харвестери



Рис. 5. Форвардер

Український стартап «Re-leaf paper» створює еко-папір з переробленого опалого листя – революційний спосіб виробництва паперу з відновлюваної сировини без використання шкідливих хімікатів [8]. Науково-виробниче підприємство Releaf Technology засноване в Україні в 2021 році. Підприємство включене до Enterprise Europe Network. Головний офіс компанії знаходиться в Києві. Закарпатський школяр Валентин Фречка придумав метод виготовлення паперу з сухого листя ще в 2017 році. Те, що почалося як маленька ідея в спробі допомогти планеті, швидко перетворилося на дивовижний бізнес. Зараз для виробництва паперу та екосумок компанія залучає підрядників з усієї країни. Станом на 2022 рік «Releaf» виробляє понад 100 тонн паперу на місяць. Обсяг продовжує збільшуватися, і компанія починає експортувати продукцію. Такі міжнародні компанії, як L'oreal, Schneider Electric, Samsung, Weleda, Ariston Thermo, WWF і Canopy Planet співпрацюють з «Releaf».

В процесі виробництва еко-паперу подрібнене і очищене листя варять в чанах при температурі не вище 40 градусів, що виключає виділення шкідливих речовин. Після первинної обробки сировину розбавляють в співвідношенні 50:50 з макулатурою і направляють на конвеєр, де вона поступово втрачає зайву вологу і розтягується до стану тонкого паперу. Для подібної переробки підходить практично будь-яке листя. Щоб отримати целюлозу, листя потрібно відварити в розчині натрію, а з їх відходів можна робити паливні брикети і добрива. Перевага такого паперу полягає у тому, що використовується неконкурентна сировина, яка є щороку відновлюваною та географічно доступною на більшій частині планети, що дозволяє замінювати деревину. А це дає змогу зменшити викиди вуглекислого газу та заощаджувати зелений ресурс планети. Такий папір не потребує використання складних хімічних реагентів для отримання волокна, щоб його виготовити. Окрім того використовується у 15 разів менше води і можна забезпечити повністю замкнутий цикл виробництва без шкідливих викидів у навколишнє середовище. Викиди вуглекислого газу CO₂ на 78% нижчі порівняно з традиційним виробництвом паперу; завдяки продукції «Releaf» рятуються сімнадцять дерев від вирубки за кожен тону паперу, створеного з опалого листя. Адаже для виробництва паперу щорічно вирубується понад 7,3 млн га лісу – це 20 футбольних полів за хвилину.

Отже «Releaf» – перший у світі папір, виготовлений із листя, який екологічно чистий. Папір з листя розкладається всього за 30 днів, тоді як звичайний папір – до 270 днів. Через відсутність клею в структурі «Releaf» папір вбирає вологу і розм'якшується набагато довше, ніж звичайний папір. Продукція включає

«Re-leaf» папір; Re-leaf пакет – листя в поєднанні з макулатурою; Re-leaf лотки для упаковки продуктів (рис. 6).



Рис. 6. Продукція «Re-leaf paper» – еко-папір з переробленого опалого листя без використання шкідливих хімікатів

Одним із найбільш перспективних інноваційних проєктів у галузі деревообробки сьогодні вважається біорефайнінг (рис. 7 [9]), що дозволяє забезпечити комплексну переробку деревини, в результаті якої виходять нові види ефективного біопалива.

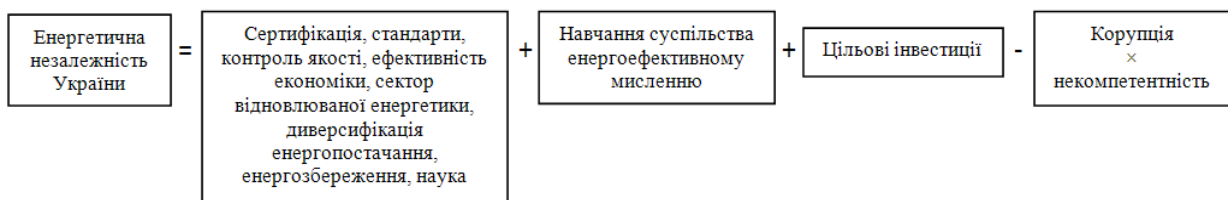


Рис. 7. Формула енергетичної незалежності України

Все більшого поширення у світі та Україні сьогодні набувають технології, що розвивають дерев'яне домобудування. Будівництво з деревини – фундаментальний аспект біоекономіки. Сучасні технології виробництва та будівництва з дерева дозволяють збудувати з деревини абсолютно все (рис. 8 [10]). Дерев'яне багатопверхове житлове будівництво можна загалом назвати сьогодні світовим трендом. Гладко відшліфований, профільований, висушений брус, що утворює суворо геометричну архітектуру, дає можливість зводити будинки і в стилі хай-тек, і мінімалізм. Більше того, стильний та сучасний вигляд модних дерев'яних будівель зберігається десяткам років завдяки прогресивним засобам захисту дерева від біологічних ушкоджень та займання. І найголовніше – використання дерева в масовому будівництві здатне впливати на концентрацію в атмосфері вуглекислого газу. Технології будівництва з натурального дерева, яке виробляє кисень, поглинають вуглець. Будівельний сектор з деревини є постачальником кліматично розумного, низьковуглецевого будівельного середовища, включаючи асоціацію з циркулярністю [11].

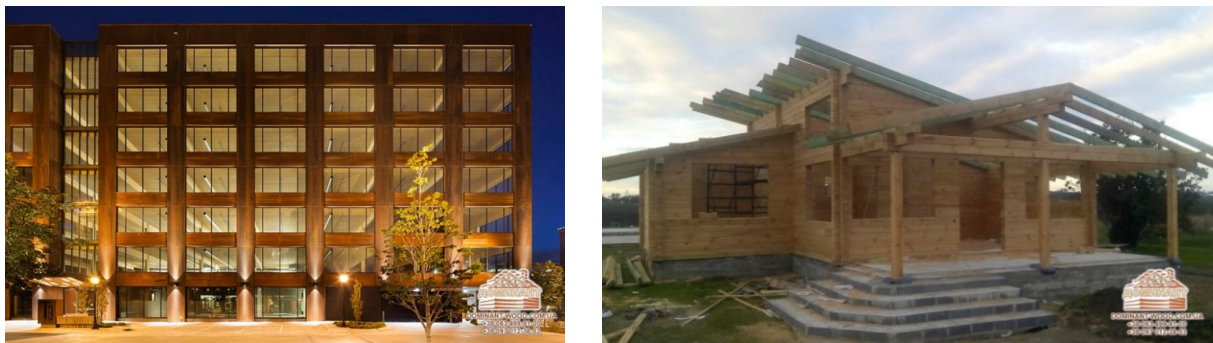


Рис. 8. Дерев'яне домобудування

Екологічна сертифікація лісів державної і комунальної форм власності (екологічна сертифікація приватних лісів може відбуватися на добровільних засадах) в Україні є об'єктивною необхідністю, оскільки вона сприяє веденню відповідального лісового господарства на засадах сталого розвитку. Лісова сертифікація – інструмент екологічного менеджменту та інноваційно-інвестиційного розвитку системи лісопромислового комплексу України. Лісова сертифікація передбачає оцінку відповідності вітчизняних лісів міжнародним стандартам [12]. Позитивні результати такого оцінювання дають можливість вітчизняним лісокористувачам розширити ринки збуту первинної та вторинної продукції до ринків зарубіжних країн, які з березня 2013 р. стали закритими для лісової продукції, не підтвердженої відповідним сертифікатом, а також забезпечити розширене відтворення лісового фонду. Оскільки національні системи сертифікації частково не відповідають міжнародним вимогам, то в процесі сертифікації вітчизняних лісів найчастіше

використовують міжнародні схеми, зокрема схеми лісової сертифікації Ради з управління лісами FSC (Forest Stewardship Council®), під контролем якої перебуває більшість ринків лісової продукції світу, а також Програму схвалення схем лісової сертифікації (PEFC), що об'єднала національні системи сертифікації лісів багатьох країн. Адаптація вітчизняної сфери лісового господарства до вимог стандартів FSC проходить одночасно з адаптацією вітчизняного законодавства до європейських норм. Зараз за системою FSC ліси сертифіковано у 82 країнах світу. Україна за площею FSC-сертифікованих лісів посідає 5-е місце в Європі після Швеції, Білорусі, Польщі та Туреччини.

Після запровадження екологічної сертифікації лісів в Україні відбулись такі позитивні результати, як підвищення конкурентоспроможності продукції та прибутковості лісового господарства; застосування нових досконаліших методів управління; більша довіра споживачів до сертифікованої продукції та ведення лісового господарства; підтримка лісового господарства національними та міжнародними природоохоронними організаціями; зростання авторитету національної лісової політики в Україні та в світі; відсутність упередженого ставлення до національної системи ведення лісового господарства; покращення інвестування лісового сектору економіки.

Ще одна модель інноваційного розвитку ЛПК – нова кадрова політика, орієнтована на підвищення професійного рівня й моральних якостей працівників державного лісового господарства та впровадження об'єктивних методів виявлення та протидії корупції.

Використання інформаційних технологій, засобів автоматизації і роботизації вимагає від сучасних спеціалістів глибоких знань теорії і чисто практичних навичок, що, в свою чергу, призвело до дефіциту робітничих кадрів – звальщиків, спеціалістів з наладки деревообробних станків, операторів лісозаготівельних комплексів. Низька інноваційна активність у галузі пов'язується з відсталістю умов розвитку інноваційного середовища. По суті, в державі відсутній механізм комерціалізації інновацій, внаслідок чого вчені й інженери часто не можуть представити свої розробки на ринку, відсутня державна підтримка наукових досліджень – держава оплачує не інтелектуальну власність, а рутинну роботу спеціалістів. Державне фінансування наукових розробок являється, по суті, кошторисом на витрати, внаслідок чого дослідження проведені, результати надруковані в академічних журналах, але не втілені у виробництво. Усе це разом множить на нуль ефективність фінансування прикладної науки. Також існує відчуження науково-дослідних інститутів і вишів від профільних підприємств реального сектору економіки, який призвів до створення псевдоінноваційних продуктів, в існуванні яких немає потреби.

Виправити помилки, допущені в системі управління лісовим сектором, науковим і кадровим забезпеченням на різних етапах його розвитку, можна лише через інновації і динамічне використання досягнень науки. Модернізація будь-якої економіки повинна базуватися на використанні природних ресурсів з новими економічними моделями, в яких освіта, наука й інженерні досягнення відіграють вирішальну роль. На долю нових знань, які втілені в технологіях і обладнанні, в розвинутих країнах світу припадає 80% приросту ВВП [13].

Новизна й інновації переважно створюються науковими організаціями і вишами. Основними лісівничими науковими установами країни є Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (УкрНДІЛГА) та Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака (УкрНДІГірліс). УкрНДІЛГА (м. Харків) підпорядковані Степовий (м. Херсон) та Поліський (м. Житомир) філіали, 7 науково-дослідних станцій (Вінницька, Київська, Кримська, Луганська, Маріупольська, НовгородСіверська, Харківська) та Краснотроянецьке відділення УкрНДІЛГА. Підвищення кваліфікації працівників лісового господарства здійснюється на базі Українського центру підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів лісового господарства (Укрцентркадрліс).

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Сформувати екологічну культуру підрастаючого покоління можна тільки за допомогою екологічних знань, природоохоронного просвітництва і лісоохоронної пропаганди. Для ефективної підготовки майбутніх фахівців лісового господарства застосовують прогресивні інноваційні технології на основі світових досягнень науки і техніки. Наприклад, інтегративно-модульні технології, головною ланкою яких є модулі навчання, що визначають не тільки етапи і рівні формування професійної компетентності, а й зміст дисциплін, оскільки відображають мету навчання. Для ефективної підготовки майбутніх фахівців лісового господарства застосовують метод квесту (англ. Quest – пошуки) – один з основних жанрів сучасних технологічних ігор (найчастіше комп'ютерних), що вимагають від здобувача вирішення розумових завдань для дій за сюжетом [14]. Застосування методу проєктів в проєктній технології дозволяє створити модель організації виробничої ситуації. Також в освітньому процесі використовують сучасні цифрові інформаційно-комунікативні технології.

Вдосконалення потребує лісоохоронне законодавство, зокрема ведення Державного лісового кадастру, система штрафів (збільшення їх розмірів) задля запобігання негативному впливу на ліси та довкілля в цілому. Інноваційна модель кримінально-правової охорони лісу повинна стати органічною складовою юридичної системи громадянського суспільства. Модернізації потребують положення статей

Кримінального кодексу України, що передбачають кримінальну відповідальність за незаконну порубку та інші пошкодження лісових ресурсів.

Загалом інновації в Україні – перспективний напрямок розвитку, що передбачає постійне вдосконалення і запозичення іноземного досвіду.

Література

1. Gerhard Weiss, Eric Hansen, Alice Ludvig, Erlend Nybakk, Anne Toppinen. Innovation governance in the forest sector: Reviewing concepts, trends and gaps. *Forest Policy and Economics*. Volume 130, September 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138993412100112X#bb0830>
2. "Держава у смартфоні": Держлісагентство запроваджує цифрові технології. URL: <https://bdf.gov.ua/uk/news/derzhava-u-smartfoni-derzhlisagentstvo-zaprovadzhuye-cifrovi-tehnologiji>
3. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/mizhnarodna-diyalnist>
4. Державне підприємство «Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр». URL: <https://www.forestinnovationhubs.rosewood-network.eu/uk/content/electronic-timber-tracking>
5. Forest innovation hubs knowledge platform. URL: <https://www.forestinnovationhubs.rosewood-network.eu/>
6. Український лісовий портал. URL: <https://www.lisportal.pp.ua/97319/>
7. Гондовська А., Гондовський Д. Інноваційні технології в целюлозно-паперовій промисловості як один зі шляхів забезпечення розвитку. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27477/1/P.79-80.pdf>
8. Releaf paper. URL: <https://releafbag.com/pages/about>
9. Biorefining for agricultural sector. URL: <http://www.bm-biomass.com/en/?p=155>
10. Компанія «Домінант». URL: <https://dominant-wood.com.ua/>
11. Ritva Toivonen, Heini Vihemäki, Anne Toppinen (2021). Policy narratives on wooden multi-storey construction and implications for technology innovation system governance. *Forest Policy and Economics* 125(1). URL: https://www.researchgate.net/publication/349238048_Policy_narratives_on_wooden_multi-storey_construction_and_implications_for_technology_innovation_system_governance
12. Савчук О.О. Лісова сертифікація як інструмент екологічного менеджменту та інноваційно-інвестиційного розвитку системи лісопромислового комплексу України. *Право та інновації*. 2018. № 2 (22). URL: <https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/14370/1/doc14.pdf>
13. Чечелюк П. Престижем «лісових професій» повинна служити їх рання профорієнтація. *Лісовий і мисливський журнал. Товариство лісівників України*. URL: <https://tlu.kiev.ua/pro-nas/novini-zakhodi/novina/article/kadrovii-klaster.html>
14. Хрик В. Інноваційні технології підготовки майбутніх фахівців лісового господарства. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2021, № 9(113). URL: <https://pedscience.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/05/21.pdf>. DOI 10.24139/2312-5993/2021.09/200-214
15. Інноваційна модель розвитку лісової галузі в країні. URL: https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2017/07/Boychuk/2_4.pdf

References

1. Gerhard Weiss, Eric Hansen, Alice Ludvig, Erlend Nybakk, Anne Toppinen. (2021). Innovation governance in the forest sector: Reviewing concepts, trends and gaps. *Forest Policy and Economics*. Volume 130, September Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138993412100112X#bb0830>
2. "Derzhava u smartfoni": Derzhlisahentstvo zaprovadzhue tsyfrovi tekhnohii ["The state in a smartphone": the State Forestry Agency is introducing digital technologies]. *bdf.gov.ua*. Retrieved from <https://bdf.gov.ua/uk/news/derzhava-u-smartfoni-derzhlisagentstvo-zaprovadzhuye-cifrovi-tehnologiji> [in Ukrainian].
3. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy [State Agency of Forest Resources of Ukraine]. *forest.gov.ua*. Retrieved from <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/mizhnarodna-diyalnist> [in Ukrainian].
4. Derzhavne pidpriemstvo «Lisohospodarskyi innovatsiino-analitychnyi tsentr» [State enterprise "Forestry Innovation and Analytical Center"]. *www.forestinnovationhubs.rosewood-network.eu*. Retrieved from <https://www.forestinnovationhubs.rosewood-network.eu/uk/content/electronic-timber-tracking> [in Ukrainian].
5. Forest innovation hubs knowledge platform. Retrieved from <https://www.forestinnovationhubs.rosewood-network.eu/> [in Ukrainian].
6. Ukrainyskyi lisovy portal [Ukrainian forest portal]. *www.lisportal.pp.ua*. Retrieved from <https://www.lisportal.pp.ua/97319/> [in Ukrainian].
7. Hondovska A., Hondovskiy D. Innovatsiini tekhnohii v tseliulozno-papeprovii promyslovosti yak ody z shliakhiv zabezpechennia rozvytku [Innovative technologies in the pulp and paper industry as one of the ways to ensure development]. *ela.kpi.ua/bitstream*. Retrieved from <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27477/1/P.79-80.pdf> [in Ukrainian].
8. Releaf paper. Retrieved from <https://releafbag.com/pages/about> [in Ukrainian].
9. Biorefining for agricultural sector. Retrieved from <http://www.bm-biomass.com/en/?p=155> [in Ukrainian].
10. Kompaniia «Domynant» ["Dominant" company]. *dominant-wood.com.ua*. Retrieved from <https://dominant-wood.com.ua/> [in Ukrainian].
11. Ritva Toivonen, Heini Vihemäki, Anne Toppinen (2021). Policy narratives on wooden multi-storey construction and implications for technology innovation system governance. *Forest Policy and Economics* 125(1). Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/349238048_Policy_narratives_on_wooden_multi-storey_construction_and_implications_for_technology_innovation_system_governance

12. Savchuk O.O. (2018) Lisova sertyfikatsiia yak instrument ekolohichnoho menedzhmentu ta innovatsiino-investytsiinoho rozvytku systemy lisopromysloвого комплексу Ukrainy [Forest certification as a tool of environmental management and innovative investment development of the forest industry complex of Ukraine]. *Pravo ta innovatsii № 2 (22) - Law and innovation № 2 (22)*. Retrieved from URL: <https://openarchive.nure.ua/bitstream/document/14370/1/doc14.pdf> [in Ukrainian].

13. Checheliuk P. Prestyzhem «lisovykh profesii» povynna sluzhyty yikh rannia proforiientatsiia [The prestige of "forestry professions" should be their early career guidance] *Lisovyi i myslivskyi zhurnal. Tovarystvo lisivnykiv Ukrainy - Forestry and hunting magazine. Society of Foresters of Ukraine*. Retrieved from <https://tlu.kiev.ua/pro-nas/novini-zakhodi/novina/article/kadrovii-klaster.html> [in Ukrainian].

14. Khryk V. (2021) Innovatsiini tekhnolohii pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv lisovoho hospodarstva [Innovative technologies for training future forestry specialists]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii № 9(113) - Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies № 9(113)*. Retrieved from <https://pedscience.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/05/21.pdf>. DOI 10.24139/2312-5993/2021.09/200-214 [in Ukrainian].

15. Innovatsiina model rozvytku lisovoi haluzi v kraini [Innovative model of forest industry development in the country]. <https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads>. Retrieved from https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2017/07/Boychuk/2_4.pdf [in Ukrainian].