Міністерство освіти і науки України
Національний лісотехнічний університет України
Інститут екологічної економіки і менеджменту

Чухна Павло Васильович

УДК 332.338.24

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

Еколого-економічна ефективність функціонування лісового господарства на засадах діджиталізації

для здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Галузь знань 05 Соціальні та поведінкові науки

Спеціальність 051 Економіка

Освітньо-професійна програма «Економіка довкілля і природних ресурсів»

Науковий керівник: проф. Соловій І.П.

Рецензент: доц. Динька П.К.

Завідувач кафедри: проф. Дубовіч І.А.

ЛЬВІВ – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний лісотехнічний університет України
Інститут екологічної економіки і менеджменту
Кафедра екологічної економіки та бізнесу

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри:
проф. Дубовіч І.А.
_____
«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «Магістр»
студента групи ЕКО-61м Чухни Павла Васильовича

Галузь знань *05 Соціальні та поведінкові науки*
Спеціальність *051 Економіка*
Освітньо- професійна програма *«Економіка довкілля і природних ресурсів»*

1. Тема дипломної роботи:

Еколого-економічна ефективність функціонування лісового господарства на засадах діджиталізації

Затверджена наказом по університету № С-511 від 14 вересня 2024 р.

2. Завдання на виконання роботи

- Вивчити значення цифрових технологій для переходу до ресурсо-ефективної циркулярної економіки
- Порівняти кращий досвід зарубіжних країнах із запровадження цифрових технологій у лісовому господарстві у контексті сталого розвитку

- Здійснити аналіз господарської діяльності філії «Самбірське лісове господарство Карптського лісового офісу ДП «Ліси України» у контексті вимог сталості ведення лісового господарства
- Вивчити ставлення зацікавлених сторін до індикаторів сталого розвитку лісового господарства, провівши соціально-економічне дослідження
- Обгрунтувати організаційно-економічні засади діжиталізації як елемент забезпечення сталого ведення лісового господарства
- Використовуючи результати проведеної роботи, розробити висновки-рекомендації щодо впровадженню підвищення ефективності діжиталізації на лісогосподарських підприємствах України з урахуванням вимог сталого розвитку

3. Зміст пояснювальної записки

1. Еколого-економічні аспекти діджиталізації лісового господарства

2. Аналіз відповідності виробничо-господарської філії « лісомисливське господарство» вимогам сталого розвитку лісового господарства в умовах діджиталізації

3. Діджиталізація лісового господарства, як інструмент політики стимулювання розвитку економіки

4. Графічна частина роботи

Лист 1.

Лист 2.

Лист 3.

Лист 4.

Лист 5.

Лист 6.

Лист 7.

Дата видачі завдання 14 вересня 2023 р.

Термін виконання 21 січня 2024 р.

Науковий керівник роботи проф. Соловій І.П.

Завдання прийняв до виконання Чухна П.В.

Реферат

Чухна П.В. Еколого-економічна ефективність функціонування лісового господарства на засадах діджиталізації

Дипломна робота із спеціальності 051 «Економіка», ОПП «Економіка довкілля і природних ресурсів». – Львів, НЛТУ України. – 2023.

Об'єкт дослідження – діджиталізації управлінських та виробничих процесів на лісогосподарських підприємствах України.

Предмет дослідження – еколого-економічні діджиталізації управлінських та виробничих процесів на лісогосподарських підприємствах України.

Мета роботи – еколо-економічно обгрунтовані пропозиції щодо удосконалення стратегій діджиталізації лісового господарства га засадах сталого розвитку в Україні.

У дипломній роботі висвітлено основні еколого-економічні аспекти діджиталізації лісового господарства, здійснено аналіз відповідності виробничо-господарської діяльності філії лісосгосподарського підприємства вимогам сталого розвитку лісового господарства, запропоноване стратенічне бачення діджиталізації лісового господарства, як інструмент політики стимулювання сталого розвитку галузі.

Сторінок 79, вступ, три розділи, висновки, рисунків 16, таблиць 11, 31 використане джерело.

Ключові слова: стале лісове господарство, критерії та індикатори, цифрові технології , управління лісовим господарством, метод Дельфі

Abstract

Chukhna P.V. Ecological and economic efficiency of the functioning of forestry on the basis of digitization

Diploma thesis in the specialty 051 "Economics", Educational Program "Economics of Environment and Natural Resources". - Lviv, UNFU, 2024.

The object of research is the digitalization of managerial and production processes at forestry enterprises in Ukraine.

Subject of research – eco-economic aspects of the digitalization of managerial and production processes at forestry enterprises in Ukraine.

The aim of the work is to provide eco-economically substantiated proposals for improving the strategies of digitalization of forestry on the principles of sustainable development in Ukraine.

The thesis highlights the main eco-economic aspects of the digitalization of forestry, analyzes the compliance of the production and economic activities of the forestry enterprise branch with the requirements of sustainable forestry development, and proposes a strategic vision of the digitalization of forestry as a tool for stimulating the sustainable development of the sector.

Pages 79, introduction, three sections, conclusions, 16 drawings, 11 tables, 31 sources used.

Keywords: sustainable forestry, criteria and indicators, digital technologies, forestry management, Delphi method.

Зміст

ВСТУП 9

РОЗДІЛ 1. 11

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА 11

1.1 Значення цифрових технологій для переходу до ресурсоефективної циркулярної економіки 11

1.2 Діджиталізація як інструмент підвищення ефективності ведення лісового господарства 19

1.3 Еколого-економічні аспекти відтворення основного капіталу лісового господарства в умовах діджиталізації 26

Висновки до розділу 1 31

РОЗДІЛ 2. 33

АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ФІЛІЇ «САМБІРСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ВИМОГАМ СТАЛОГО РОЗВИТКУЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В УМОВАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ 33

2.1. Аналіз господарської діяльності філії «Самбірське лісове господарство Карптського лісового офісу ДП «Ліси України» 33

2.2. Соціально-економічне дослідження ставлення фахівців лісового господарства до критеріїв та індикаторів сталого розвитку 35

2.2.1. Методика оцінки та відбору індикаторів менеджменту сталого лісового господарства 35

2.2.2. Аналіз результатів соціально-економічного дослідження 38

Висновки до розділу 2 60

РОЗДІЛ 3. 62

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА, ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОЛІТИКИ СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ 62

3.1. Стратегічні напрямки діджиталізації лісового господарства України 62

3.2. Організаційно-економічні засади діджиталізації як елемент забезпечення сталого ведення лісового господарства 66

3.3. Шляхи підвищення ефективності процесу прийняття рішень 71

Висновки до розділу 3 75

ВИСНОВКИ 76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 78

ВСТУП

На сучасному етапі людство починає розуміти згубність безмежної експлуатації природних ресурсів, яка призводить до їх виснаження, деградації довкілля та становить загрозу життю людини. Усвідомлення безперспективності економічного зростання на класичних ринкових засадах, що яскраво підтверджує світова фінансово-економічна криза, зумовлює необхідність переходу на принципи еколого-економічного мислення, базисом чого є гармонізація взаємовідносин суспільства та природи. Ігнорування цієї необхідності стає причиною виникнення масштабних екологічних криз, подолання яких потребує величезних затрат ресурсів суспільства.

Зростання світового населеггя та постійне збільшення потреб суспільства призводять до зростання тиску на природні ресурси, зокрема на лісові екосистеми. Ефективне управління лісовими господарствами стає надзвичайно важливим для забезпечення сталого розвитку та збереження біорізноманіття. У цьому контексті цифровізація може відігравати значущу роль, сприяючи оптимізації лісового господарства та збереженню природних ресурсів.

До цього часу були зроблені значущі кроки у напрямку цифрової трансформації сільського та лісового господарств. Використання сучасних інформаційних технологій, геоінформаційних систем, дронів та інших цифрових інструментів дозволяє збирати та аналізувати величезний обсяг даних про стан лісових ресурсів. Однак, щоб ці технології стали максимально ефективними та сприяли сталому розвитку, необхідно дослідження їхнього впливу на екологію та економіку лісового сектору. Для досягнення поставленої мети використовуватимуться наступні методи дослідження:

- Аналіз літературних джерел та наукових публікацій: для узагальнення та систематизації наявних даних про цифрову трансформацію в лісовому господарстві.

- Експертні опитування та інтерв'ю: для збору думок та експертних оцінок від фахівців у галузі лісового господарства та інформаційних технологій.
- Аналіз статистичних даних та баз даних: для оцінки стану лісових ресурсів та економічного впливу цифрової трансформації.
- Моделювання та прогнозування: для оцінки впливу цифрової трансформації на лісовий сектор та розроблення рекомендацій щодо оптимального використання ресурсів.

Інформаційна база дослідження включає наукові статті, монографії, публікації у фахових виданнях, статистичні дані, геоінформаційні системи, результати експертних опитувань та інші джерела, що стосуються лісового господарства, цифрової трансформації та сталого розвитку.

РОЗДІЛ 1.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Цифрові технології відіграють ключову роль у сучасному світі, і їхнє впровадження в лісовому господарстві відкриває нові можливості для підвищення еколого-економічної ефективності. Цей розділ зосередиться на аналізі впливу діджиталізації на лісове господарство, розглядаючи як її впровадження може сприяти сталому розвитку та оптимізації управління лісовими ресурсами. В контексті України, де лісове господарство має важливе соціально-економічне значення, діджиталізація може стати важливим фактором в підвищенні продуктивності та забезпеченні балансу між використанням ресурсів та їх збереженням.

У цьому розділі буде розглянуто значення цифрових технологій для переходу до ресурсоефективної циркулярної економіки, аналіз діджиталізації як інструменту підвищення ефективності ведення лісового господарства, а також оцінка еколого-економічних аспектів відтворення основного капіталу лісового господарства в умовах діджиталізації. Ключова увага буде приділена не тільки технологічному аспекту цифровізації, але й її впливу на економічну стабільність, екологічну збалансованість, та соціальну відповідальність у сфері лісового господарства.

Наступні підрозділи цього розділу будуть систематично висвітлювати ці аспекти, надаючи глибший аналіз та практичні рекомендації щодо інтеграції цифрових технологій в лісове господарство України.

1.1 Значення цифрових технологій для переходу до ресурсоефективної циркулярної економіки

У сучасному світі цифрові технології стрімко впроваджуються у різноманітні сфери економіки, і лісове господарство не є винятком.

Використання цифрових інструментів та технологій в лісовій галузі може значно підвищити ефективність управління ресурсами, поліпшити планування та забезпечити сталість використання лісових ресурсів. Діджиталізація в лісовому господарстві відкриває нові перспективи для переходу до ресурсоефективної та циркулярної економіки, де кожен ресурс використовується з максимальною ефективністю, а відходи мінімізуються або повторно використовуються.

Перегляд літератури в цій галузі демонструє, що цифровізація може вплинути на лісове господарство на кількох рівнях. З одного боку, це включає в себе збір та аналіз даних про стан лісів, що дозволяє своєчасно виявляти проблемні зони та оптимізувати процеси ведення лісового господарства. З іншого боку, цифрові технології можуть сприяти залученню ширшої громадськості до процесу управління лісовими ресурсами, забезпечуючи більшу прозорість та відповідальність.

Сучасні технології, такі як дистанційне зондування, геоінформаційні системи (ГІС), інтелектуальний аналіз даних та штучний інтелект, стають невід’ємною частиною лісового господарства. Вони допомагають виявляти зміни в лісових екосистемах, відстежувати динаміку росту лісів, а також планувати та контролювати лісозаготівлі, забезпечуючи при цьому сталість та екологічну безпеку.

Впровадження цифрових технологій в лісовому господарстві є важливим кроком на шляху до створення більш ефективної, сталої та відповідальної системи управління лісовими ресурсами, що відповідає сучасним викликам та потребам суспільства.

Циркулярна економіка — це концепція, що прагне змінити підхід до використання ресурсів, перетворюючи 'кінець життєвого циклу' продуктів на новий початок. Це досягається за допомогою мінімізації відходів, подовження терміну служби продуктів та замкнення циклу ресурсів через їх повторне використання та рециклінг. У контексті лісового господарства, циркулярна

економіка має потенціал трансформувати спосіб використання лісових ресурсів, зменшуючи екологічний вплив та підвищуючи ресурсну ефективність.

Цифрові технології відіграють важливу роль у переході до циркулярної економіки, оскільки вони дозволяють більш ефективно збирати та аналізувати дані, що є ключовими для розуміння та оптимізації використання ресурсів. Сучасні технології, такі як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект, та великі дані (Big Data), можуть допомогти в ідентифікації шляхів зменшення відходів, підвищення ефективності та відновлення ресурсів у лісовому господарстві.

Наприклад, застосування ГІС (геоінформаційних систем) та дистанційного зондування дозволяє точно відстежувати стан лісів, розробляти плани їх відновлення та управління, що забезпечує більш сталий підхід до використання лісових ресурсів. Також ці технології можуть сприяти розробці більш ефективних логістичних схем для транспортування та переробки лісової продукції, знижуючи при цьому вуглецевий слід і підвищуючи загальну ефективність лісового господарства.

У контексті управління лісовими ресурсами, цифровізація допомагає ідентифікувати найбільш ефективні методи лісозаготівлі та використання деревини, забезпечуючи, щоб кожне вирізане дерево максимально використовувалося, а відходи мінімізувалися. Це може включати в себе використання передових технологій для переробки деревини на біопаливо або інші вторинні продукти, що допомагає замкнути цикл використання ресурсів.

Важливим аспектом циркулярної економіки є також залучення стейкхолдерів та громадськості до процесу управління лісовими ресурсами. Цифрові платформи можуть забезпечити більшу прозорість та взаємодію з громадськістю, підвищуючи рівень відповідальності та забезпечуючи залучення громадян до процесу прийняття рішень.

Таким чином, цифрові технології стають важливим інструментом у підтримці та реалізації принципів циркулярної економіки в лісовому господарстві, сприяючи створенню більш сталої та ефективної системи управління лісовими ресурсами.

Перехід до циркулярної економіки в лісовому господарстві вимагає розуміння економічних переваг та викликів. Це включає в себе не лише прямі вигоди від підвищення ефективності ресурсів, але й додаткові можливості для створення вартості. Наприклад, інтеграція цифрових технологій може сприяти створенню нових ринків для вторинних продуктів лісового господарства [1].

Використання цифрових технологій для оптимізації ресурсів у лісовому господарстві включає в себе інтеграцію даних з різних джерел, ефективне планування та керування ресурсами. Як зазначено у дослідженні [2], цифровізація може допомогти виявити оптимальні шляхи використання лісових ресурсів, зменшуючи втрати та підвищуючи загальну продуктивність.

Цифрові технології також можуть підвищити екологічну стійкість лісового господарства. Використання даних для планування лісозаготівель, як описано в джерелі [3], може забезпечити більш виважене та стале використання лісових ресурсів, зменшуючи вплив на довкілля.

Хоча цифрові технології пропонують значні можливості для оптимізації лісового господарства, існують виклики, пов'язані з їх впровадженням, включаючи потребу в інвестиціях, кваліфікованих ресурсах та зміні організаційної культури. Як зазначається в дослідженні [4], необхідно також звернути увагу на питання безпеки даних та приватності.

Сучасне лісове господарство активно втілює різноманітні технологічні інновації, які трансформують традиційні підходи до управління лісовими ресурсами. Однією з ключових технологій є дистанційне зондування, що дозволяє точно моніторити зміни у лісових покривах, оцінювати рівень біорізноманіття, та відстежувати наслідки природних катастроф [5]. Ця технологія, разом із супутниковим моніторингом, надає цінну інформацію для розробки ефективних стратегій управління лісами.

Геоінформаційні системи (ГІС) та GPS-навігація забезпечують детальне картографування лісових ресурсів та ефективне управління лісозаготівлями. Завдяки ГІС можна точно визначати розташування лісових насаджень,

планувати шляхи лісозаготівель та враховувати екологічні фактори при розробці управлінських рішень [1].

Застосування штучного інтелекту та машинного навчання в лісовому господарстві відкриває можливості для автоматизації та оптимізації процесів. Ці технології дозволяють аналізувати великі обсяги даних для прогнозування тенденцій росту лісів, оцінки ризиків лісових пожеж, та виявлення шкідників та хвороб лісів [2].

Технології великих даних та Інтернету речей (IoT) вносять значний вклад у збір, обробку та аналіз інформації про лісові екосистеми. Вони допомагають у точному відстеженні змін у лісових ресурсах, забезпечуючи оперативне реагування на виклики, пов'язані з управлінням лісовим господарством [3].

Сучасні інновації в лісозаготівлі включають в себе впровадження автоматизованих систем збору даних про заготовлену деревину, використання дронів для контролю за лісозаготівельними роботами, та розробку ефективних методів переробки деревини. Це дозволяє підвищити ефективність робочих процесів та зменшити вплив на довкілля [4].

Цифрові технології також відіграють ключову роль у моніторингу стану лісових екосистем та управлінні ресурсами. Вони допомагають в ідентифікації екологічних зон підвищеного ризику, оцінці впливу людської діяльності на ліси та розробці планів збереження біорізноманіття.

Цифровізація лісового господарства несе в собі значний економічний потенціал, який може бути реалізований через впровадження інноваційних технологій, оптимізацію робочих процесів та підвищення ефективності виробництва. Цей процес передбачає значні вкладення, але одночасно обіцяє довгострокові вигоди як для окремих підприємств, так і для галузі в цілому.

Однією з ключових переваг цифровізації є можливість значно підвищити виробничу ефективність. Використання автоматизованих систем збору даних та інтелектуального аналізу дозволяє оптимізувати процеси планування та ведення лісового господарства. Це включає в себе точне визначення обсягів лісозаготівель, контроль за станом лісових насаджень, та ефективне управління

логістикою. Результатом є зменшення витрат, збільшення продуктивності та підвищення якості лісової продукції [2].

Цифровізація також сприяє оптимізації логістичних операцій у лісовому господарстві. Використання GPS та інших навігаційних систем дозволяє ефективно управляти транспортними потоками, знижуючи час та витрати на транспортування лісової продукції. Це також включає в себе планування та виконання логістичних операцій з мінімальним впливом на довкілля, що є особливо важливим в контексті сталого розвитку [1].

Цифрові технології допомагають знизити втрати ресурсів на всіх етапах лісогосподарської діяльності. Від точного вимірювання та контролю за здоров'ям лісів до ефективного управління запасами та збутом продукції, цифровізація забезпечує зниження витрат, пов'язаних з нераціональним використанням ресурсів. Це, в свою чергу, призводить до підвищення загальної рентабельності підприємств [5].

Цифровізація відкриває нові ринкові можливості для лісового господарства, включаючи розвиток нових продуктів та послуг. Від використання деревини для виробництва біопалива до створення цифрових платформ для продажу лісової продукції, інновації сприяють розширенню ринкового простору та збільшенню конкурентоспроможності підприємств [4].

Незважаючи на очевидні переваги, цифровізація лісового господарства також стикається з рядом викликів. Це включає в себе необхідність значних інвестицій, необхідність підготовки кваліфікованих кадрів та потребу в адаптації існуючих бізнес-процесів. Ефективні стратегії впровадження включають в себе планування на основі глибокого аналізу потреб підприємства, вибір відповідних технологій, та встановлення довгострокових партнерських відносин з постачальниками технологій.

Цифрові технології, застосовані в лісовому господарстві, мають значний потенціал для покращення екологічних показників, зокрема у сферах збереження біорізноманіття та зменшення впливу на довкілля. Важливість цих

технологій не можна недооцінювати, адже вони допомагають збалансувати потреби.

Біорізноманіття лісів є критично важливим для підтримки екологічної рівноваги та стійкості екосистем. Цифровізація дозволяє зібрати, обробити та аналізувати великі масиви даних про стан лісів, включаючи інформацію про різноманіття видів, їх розподіл та наявність рідкісних та зникаючих видів [5]. Такі дані можуть бути використані для розробки та впровадження стратегій збереження біорізноманіття, включаючи програми відновлення та охорони лісів.

Цифрові технології також сприяють зменшенню впливу лісового господарства на довкілля. Інструменти точного лісозаготівельного планування та управління ресурсами допомагають знизити негативний вплив на природні екосистеми, забезпечуючи при цьому підтримку стійкості лісів [1]. Застосування передових технологій у лісозаготівлі та переробці деревини може знижувати відходи та забруднення, тим самим зменшуючи вуглецевий слід лісового сектора.

Цифровізація відіграє ключову роль у сталому управлінні лісами. З використанням даних, зібраних за допомогою різних цифрових інструментів, можливо визначати оптимальні методи використання та охорони лісових ресурсів. Це включає в себе не лише планування вирубки, але й відновлення лісів, контроль за станом лісових екосистем та розробку програм збереження [2].

Так, використання ГІС та дистанційного зондування дозволяє точно визначати зони з високим рівнем біорізноманіття та приймати рішення щодо їх охорони. Цифрові технології можуть допомогти у визначенні природоохоронних територій та розробці планів їх управління, забезпечуючи збереження цінних екосистем і видів.

Ліси відіграють важливу роль у боротьбі з кліматичними змінами, зокрема через абсорбцію вуглекислого газу. Цифрові технології допомагають в оцінці вуглецевого видалення лісами, що є важливим для розуміння їх вкладу у

глобальні кліматичні процеси. Це дозволяє розробляти стратегії для підвищення ефективності лісів як вуглецевих поглинань [3].

Екологічні вигоди цифровізації в лісовому господарстві мають велике значення для збереження природних ресурсів та забезпечення сталого розвитку. Використання цих технологій не тільки сприяє ефективному управлінню лісовими ресурсами, але й забезпечує збереження біорізноманіття та зменшення впливу лісового господарства на довкілля.

Аналіз впливу цифрових технологій на лісове господарство свідчить про значні позитивні зміни у ресурсоефективності та екологічній стійкості. Цифровізація дозволила оптимізувати використання лісових ресурсів, підвищити продуктивність та знизити екологічний вплив лісозаготівель. Завдяки точному моніторингу, аналізу даних та автоматизації процесів, вдалося забезпечити більш стале та відповідальне управління лісами. Ці зміни сприяють переходу до циркулярної економіки, де кожен ресурс використовується максимально ефективно та відповідально.

Рекомендації для подальшого розвитку та впровадження технологій:

1. **Інтеграція технологій на всіх рівнях управління:** Необхідно продовжувати інтеграцію цифрових технологій у всі аспекти лісового господарства, від планування та контролю до здійснення лісозаготівель та обробки продукції.
2. **Навчання та розвиток персоналу:** Важливим аспектом ефективного впровадження цифрових технологій є навчання та розвиток кадрів. Працівники повинні бути навчені користуватися новітніми технологіями та розуміти їх значення для сталого управління лісовими ресурсами.
3. **Інвестиції в інновації:** Для підтримки технологічного прогресу необхідні постійні інвестиції в дослідження та розвиток нових технологій, що можуть допомогти вирішити поточні та майбутні виклики у лісовому господарстві.
4. **Залучення громадськості та стейкхолдерів:** Прозорість та залучення громадськості є ключовими для забезпечення підтримки та розуміння

важливості цифровізації. Важливо інформувати громадськість про переваги та методи сталого управління лісовими ресурсами.

Ці рекомендації вказують на необхідність продовження розвитку та адаптації цифрових технологій у лісовому господарстві, щоб забезпечити більш сталий, ефективний та екологічно відповідальний підхід до управління лісовими ресурсами.

1.2 Діджиталізація як інструмент підвищення ефективності ведення лісового господарства

Діджиталізація лісового господарства – це процес інтеграції цифрових технологій у всі аспекти управління лісовими ресурсами. Це включає в себе збір даних, аналіз, планування та контроль за використанням лісових ресурсів, а також моніторинг довкілля та збереження біорізноманіття. Використання цих технологій дозволяє підвищити ефективність, зменшити витрати та мінімізувати екологічний вплив лісозаготівель.

Історично, управління лісовим господарством базувалося на традиційних методах, які часто були трудомісткими та менш точними. Однак з появою цифрових технологій, таких як супутникове спостереження, ГІС (геоінформаційні системи) та дистанційне зондування, стало можливим точніше відстежувати зміни у лісових екосистемах та оперативно реагувати на них. Сучасне лісове господарство використовує ці технології для покращення управління лісовими ресурсами, планування лісозаготівель, захисту від лісових пожеж та збереження природних екосистем. Рис. 1.1 надає уявлення про таку цифрову екосистему, де, завдяки цифровим технологіям, ця співпраця завдяки потоку інформації між учасниками ланцюга постачання лісових ресурсів, задіяними в лісових діяльностях приймати ефективні рішення, як приклад транспортування деревини може відбуватися найбільш оптимальними маршрутами.

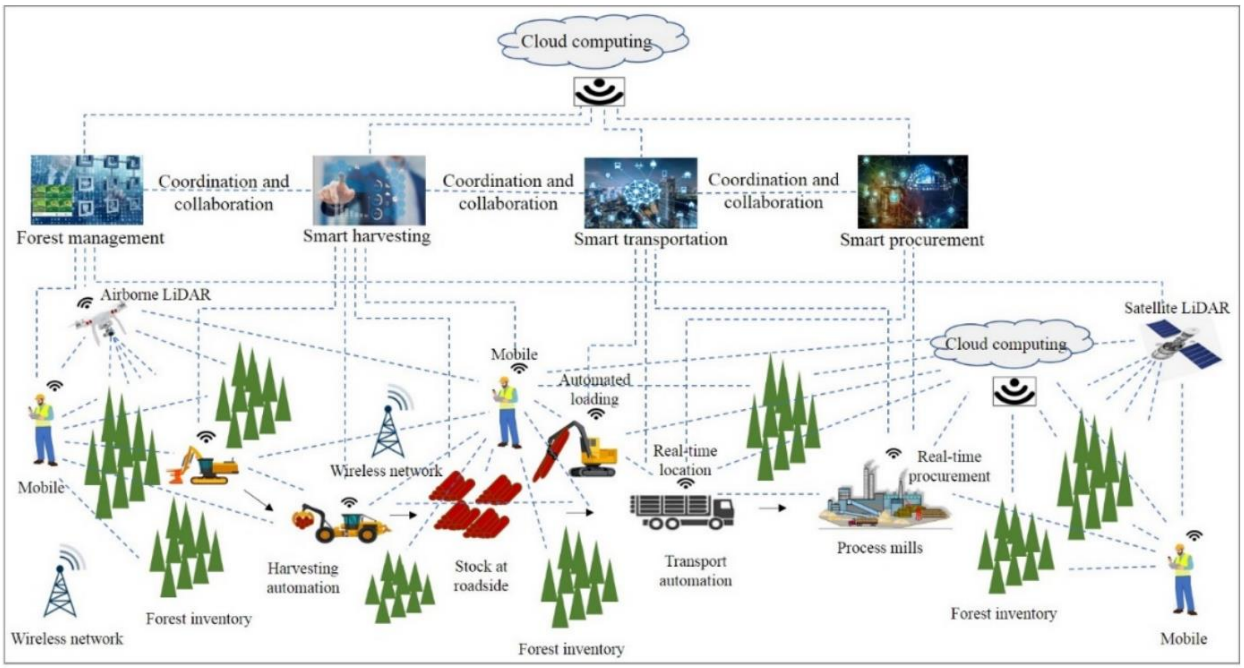


Рис. 1.1 Колаборативний цифровий екосистемний ланцюг постачання лісових ресурсів

Ключові технології та їх застосування в лісовому господарстві це:

1. Геоінформаційні системи (ГІС). ГІС в лісовому господарстві використовуються для управління даними про лісові ресурси, планування лісозаготівель, моніторингу стану лісів та аналізу їх змін. Завдяки ГІС можливе створення детальних карт лісових насаджень, що дозволяє точно визначати обсяги та розташування лісових ресурсів. Ця технологія також використовується для ефективного розподілу земельних ресурсів, планування екологічних коридорів та ідентифікації зон підвищеного ризику пожеж чи шкідників.

2. Дистанційне зондування. Дистанційне зондування включає використання супутникових знімків та аерофотозйомки для моніторингу змін у лісових покривах. Це дозволяє виявляти масштабні зміни, такі як вирубка лісів, розповсюдження шкідників, пошкодження від природних катастроф та зміни, пов'язані з кліматичними умовами. Дистанційне зондування також

використовується для оцінки запасів деревини та її біомаси, що є ключовим для планування та управління лісозаготівлями.

3. Інтернет речей (IoT). Інтернет речей вносить великий вклад у збір даних та автоматизацію процесів у лісовому господарстві. Сенсори, встановлені в лісах, можуть відстежувати різноманітні параметри довкілля, такі як температура, вологість, рівень CO2 та активність шкідників. Ці дані можуть бути використані для своєчасного реагування на зміни в екосистемі та для попередження потенційних проблем, наприклад, лісових пожеж.

4. Великі дані (Big Data) та аналіз даних. Обробка та аналіз великих обсягів даних, зібраних через ГІС, дистанційне зондування, IoT та інші джерела, дають можливість для глибокого розуміння тенденцій та взаємозв'язків у лісових екосистемах. Аналіз великих даних може виявити зразки, які не видимі при традиційному підході, та допомогти приймати обґрунтовані рішення, наприклад, в областях відновлення лісів, управління ресурсами та екологічного планування.

5. Штучний інтелект (AI). Штучний інтелект та машинне навчання в лісовому господарстві використовуються для аналізу складних даних та автоматизації складних завдань. AI може допомогти в прогнозуванні ризиків, оптимізації лісогосподарських процедур та в розробці стратегій управління, що враховують екологічні, економічні та соціальні аспекти.

Ці технології разом створюють комплексну систему, що підвищує ефективність, сталість та екологічну безпеку лісового господарства. Їх інтеграція і взаємодія є ключовими для досягнення цілей сталого розвитку та адаптації до змінюваних умов навколишнього середовища.

Діджиталізація в лісовому господарстві сприяє значному підвищенню продуктивності через впровадження автоматизованих систем. Використання дронів для моніторингу лісових насаджень, сенсорів для відстеження стану дерев та автоматизованих систем управління лісозаготівлями забезпечує точне та ефективне управління ресурсами. Це веде до оптимізації процесів,

скорочення витрат та підвищення загальної ефективності ведення господарства, дивись Рис. 1.2 [5].

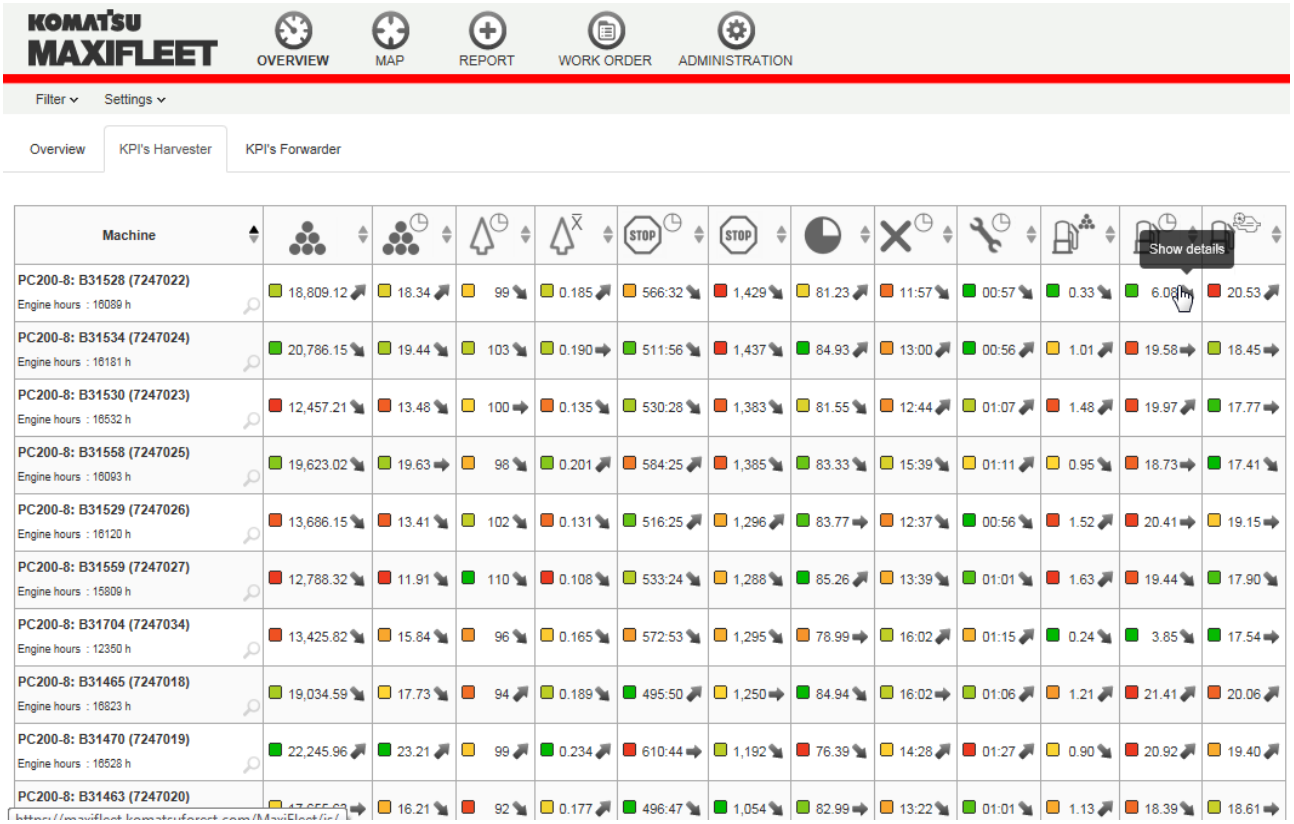


Рис. 1.2 Приклад діджиталізації лісового господарства: Панель управління даними з машин – виробництво, обслуговування, тощо.

Цифровізація також впливає на ланцюги поставок в лісовому господарстві, оптимізуючи логістику та забезпечуючи більш ефективне розподілення ресурсів. Використання технологій GPS та ГІС для маршрутизації транспорту зменшує час доставки та витрати на пальне, а також допомагає уникнути зайвих викидів, що підтримує екологічно сталі практики [1].

Одним з ключових аспектів ефективного управління лісовим господарством є якість та доступність даних. Цифровізація дозволяє збирати, аналізувати та використовувати великі обсяги даних для прийняття обґрунтованих рішень. Це охоплює від моніторингу стану лісів до оцінки впливу різних господарських дій на екосистему. Аналіз даних допомагає виявляти тренди, прогнозувати ризики та формувати стратегії управління [2].

Діджиталізація також сприяє підвищенню прозорості в лісовому господарстві. Через онлайн-платформи та інформаційні системи, дані про використання лісових ресурсів стають доступні для ширшої громадськості, залучаючи громадян до обговорення та контролю за управлінням лісами. Це зміцнює відповідальність та забезпечує більшу залученість у процес прийняття рішень [3].

Одним з основних викликів на шляху діджиталізації є необхідність в значних інвестиціях у технічну інфраструктуру. Встановлення та підтримка сучасних технологічних систем, таких як сенсори, дрони та ГІС, як показано на Рис. 1.3, вимагає значних капіталовкладень та технічної експертизи. Крім того, важливим є забезпечення високошвидкісного інтернету в лісових районах, що може бути складно здійснити в віддалених або гірських територіях [4].

Рис. 1.3 Концепт діджіталізації лісового господарства на прикладі сенсорів, дронів та автоматизованих машин (FPInnovations, Canada, 2017)

Ще однією перешкодою є необхідність у кваліфікованих кадрах, які володіють навичками роботи з новітніми технологіями. Часто лісівники та інші працівники лісового господарства можуть не мати достатнього рівня підготовки для ефективного використання цифрових інструментів. Тому важливим є проведення систематичних навчань та курсів з підвищення кваліфікації [5].

Також не можна ігнорувати опір змінам з боку персоналу та інших зацікавлених сторін. Традиційні підходи до лісового господарства часто

глибоко вкорінені в культурі та практиках, і перехід до нових, цифрових методів може викликати опір. Важливо розробляти стратегії управління змінами, що включають пояснення переваг діджиталізації для всіх учасників процесу [2].

Питання безпеки даних та приватності є ще одним важливим аспектом. Зі збільшенням обсягів зібраних даних зростає й ризик їх неправомірного використання або втрати. Забезпечення захисту даних та дотримання норм приватності є ключовим для збереження довіри та підтримки з боку громадськості та інших стейкхолдерів.

Майбутнє діджиталізації в лісовому господарстві буде орієнтоване на подальші інновації та розвиток технологій. Прогрес у сфері штучного інтелекту, машинного навчання та IoT продовжуватиме трансформувати способи збору та аналізу даних, підвищуючи точність та ефективність управління лісовими ресурсами. Наприклад, розвиток алгоритмів AI, здатних аналізувати величезні обсяги даних з супутників та дронів, забезпечить більш точне відстеження змін в екосистемах та підвищить ефективність планування лісозаготівель [2].

Інтеграція цифрових технологій стане ще глибшою, охоплюючи всі аспекти лісового господарства - від моніторингу та управління запасами до логістики та реалізації продукції. Це включатиме розширене використання ГІС для детального картографування та управління лісами, а також розвиток автоматизованих систем для ефективної та сталої лісозаготівлі [4].

Одним з ключових аспектів майбутнього діджиталізації є підвищення стійкості лісових екосистем до змін клімату. Цифрові технології дозволять краще прогнозувати та адаптуватися до кліматичних змін, мінімізуючи їх негативний вплив на лісові ресурси. Це включає в себе розробку моделей для оцінки ризиків лісових пожеж, шкідників та хвороб, пов'язаних зі зміною клімату.

Майбутнє також побачить зростання в співпраці та обміні даними між різними організаціями та країнами. Цифрові платформи та бази даних стануть

центральними для обміну інформацією, знаннями та кращими практиками в галузі сталого лісового господарства. Міжнародна співпраця в цій сфері допоможе розробляти глобальні стратегії збереження та ефективного використання лісових ресурсів.

Діджиталізація в лісовому господарстві довела свою спроможність підвищувати ефективність, зокрема через оптимізацію процесів (Рис. 1.4), покращення управління ресурсами та забезпечення стійкості до екологічних змін. Застосування передових технологій, таких як ГІС, дистанційне зондування, IoT, Big Data та AI, відкриває нові можливості для управління лісовими ресурсами більш ефективно та відповідально. Незважаючи на переваги, існують виклики, такі як необхідність в інвестиціях, потреба в кваліфікованих кадрах, опір змінам та питання безпеки даних. Майбутнє діджиталізації зосереджено на подальших інноваціях, глибшій інтеграції технологій та розширенні міжнародної співпраці та обміну даними.

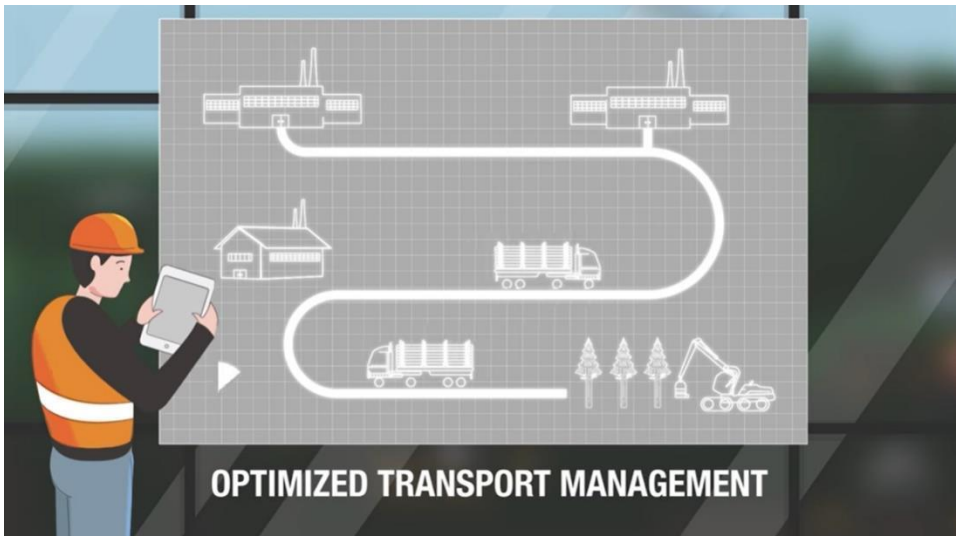


Рис. 1.4 Концепт діджіталізації лісового господарства на прикладі оптимізації логістики. FPInnovations, Canada, 2017

Забезпечення необхідних інвестицій у технологічну інфраструктуру та розвиток нових інструментів є критично важливим для подальшого розвитку діджиталізації в галузі. Підвищення кваліфікації та навчання персоналу для роботи з новітніми технологіями повинно бути пріоритетом для галузі.

Потрібно зосередитися на управлінні змінами та культурній адаптації для забезпечення плавного переходу до цифрових методів управління.Розробка та впровадження стратегій захисту даних є необхідною для збереження довіри та забезпечення безпеки інформації. Співпраця на міжнародному рівні та обмін знаннями та кращими практиками можуть сприяти розвитку глобальних стратегій сталого лісового господарства.

Ці висновки та рекомендації вказують на необхідність продовження розвитку та інтеграції цифрових технологій у лісовому господарстві для досягнення більшої ефективності, сталості та відповідального управління лісовими ресурсами.

1.3 Еколого-економічні аспекти відтворення основного капіталу лісового господарства в умовах діджиталізації

Основний капітал лісового господарства включає в себе усі матеріальні та нематеріальні ресурси, які використовуються для підтримки та розвитку лісових екосистем та їх виробничих функцій. Відтворення цього капіталу — це не тільки поновлення та підтримка існуючих ресурсів, але й впровадження інноваційних підходів та технологій для забезпечення сталого розвитку та адаптації до мінливих умов.

В умовах діджиталізації, відтворення основного капіталу лісового господарства набуває нового виміру. Цифрові технології відкривають потенціал для значного підвищення ефективності управління лісовими ресурсами, оптимізації використання матеріальних та фінансових ресурсів, а також вдосконалення екологічних аспектів господарювання. Це стосується різних сфер від лісозаготівлі та лісовідновлення до контролю за здоров'ям лісів та їх біорізноманіттям.

Аналіз ролі діджиталізації у відтворенні основного капіталу дозволить визначити, як цифрові інновації можуть сприяти сталому та ефективному

управлінню лісовим господарством, а також оцінити потенційні екологічні та економічні вигоди від їх впровадження.

Цифровізація привносить ряд технологічних інновацій, які можуть кардинально змінити методи відтворення основного капіталу в лісовому господарстві. Наприклад, використання дистанційного зондування та ГІС дозволяє точно визначати потреби у відновленні лісів, оцінювати втрати від лісових пожеж та шкідників, а також планувати раціональне використання лісових ресурсів. Це сприяє більш ефективному відтворенню основного капіталу, забезпечуючи стале управління ресурсами та мінімізацію втрат [5].

Цифровізація дозволяє значно підвищити ефективність ресурсного управління в лісовому господарстві. Завдяки точним даним з супутників та сенсорів, можливе своєчасне виявлення та реагування на проблеми, що знижує ризики для лісових ресурсів. Також цифровізація сприяє кращому плануванню використання лісів, забезпечуючи їх сталий розвиток та збереження [1].

Впровадження цифрових технологій також позитивно впливає на зменшення впливу лісового господарства на довкілля. Автоматизація процесів та використання точних даних допомагають оптимізувати лісозаготівлі, зменшуючи негативний вплив на екосистеми. Це сприяє збереженню біорізноманіття та підтримці екологічної рівноваги (Рис. 1.5) [2].

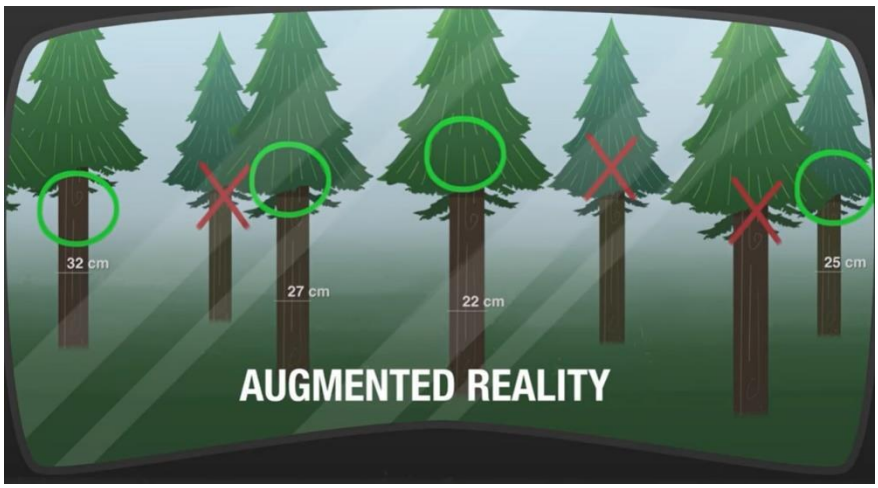


Рис. 1.5 Концепт діджіталізації лісового господарства на прикладі використання доповненої реальності. FPInnovations, Canada, 2017

Інвестиції в цифрові технології вимагають ретельної оцінки їх рентабельності. Важливо враховувати не тільки безпосередні витрати на придбання та впровадження технологій, але й довгострокові переваги від їх використання. Це включає покращення управління ресурсами, зниження втрат та підвищення загальної продуктивності господарства .

Екологічні переваги цифровізації у відтворенні основного капіталу лісового господарства:

- **Збереження біорізноманіття.**

Цифрові технології дозволяють більш ефективно моніторити стан біорізноманіття в лісах, виявляти зміни в екосистемах та вчасно реагувати на потенційні загрози. Наприклад, системи дистанційного зондування можуть виявляти зміни у розподілі видів рослин та тварин, допомагаючи приймати рішення, спрямовані на збереження унікальних екосистем. Це дозволяє не тільки підтримувати екологічну рівновагу, але й забезпечувати стале використання лісових ресурсів.

- **Ефективне управління ресурсами**

Цифровізація сприяє оптимізації управління лісовими ресурсами, що зменшує вплив на довкілля та підвищує ефективність відновлення та використання лісів. Застосування технологій, таких як ГІС та аналітика великих даних, дозволяє точно планувати лісозаготівлі, відновлення лісів та контроль за здоров'ям лісових екосистем. Це забезпечує більш ефективне та раціональне використання лісових ресурсів, знижуючи ризик перевирубки та зберігаючи природні ландшафти.

- **Розвиток стійких лісогосподарських практик**

Використання цифрових технологій у лісовому господарстві дозволяє розробляти та впроваджувати стійкі лісогосподарські практики. Це включає в себе застосування методів точного землеробства, ефективного відновлення лісів після вирубки та застосування екологічно безпечних технологій у лісозаготівлі. Цифровізація допомагає виявляти оптимальні підходи до відтворення лісів, забезпечуючи їх стале використання та збереження.

Інвестиції в цифрові технології в лісовому господарстві пов'язані з первинними витратами на придбання обладнання, програмне забезпечення, а також затратами на навчання персоналу та інтеграцію систем. Проте, довгострокові вигоди від цих інвестицій можуть значно перевищити початкові витрати. Заощадження досягаються за рахунок підвищення продуктивності, оптимізації ресурсного управління, зменшення витрат на реагування на екологічні кризи та збільшення віддачі від лісових ресурсів .

Економічна ефективність цифрових технологій виявляється у здатності точно керувати лісовими ресурсами, що знижує витрати та підвищує доходи від лісогосподарської діяльності. Наприклад, використання сенсорів для моніторингу стану лісів (Рис. 1.6) та автоматизованих систем у лісозаготівлі може значно знизити витрати на технічне обслуговування та логістику.

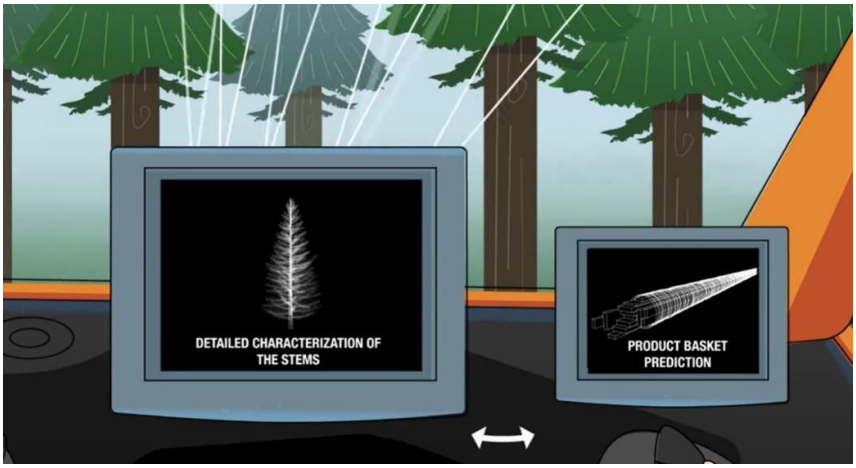


Рис. 1.6 Концепт діджіталізації лісового господарства на прикладі використання сенсорів. FPInnovations, Canada, 2017

Цифровізація відкриває можливості для розвитку нових бізнес-моделей у лісовому господарстві. Це може включати розробку інтегрованих платформ для продажу лісопродукції, послуг з екологічного туризму та надання консультаційних послуг з управління лісовими ресурсами. Ці нові підходи можуть сприяти додатковому доходу та диверсифікації діяльності.

Урядова підтримка та розробка відповідних політик є критично важливими для стимулювання інвестицій у цифрові технології в лісовому

господарстві. Політики можуть включати податкові пільги, гранти на інновації, та підтримку наукових досліджень у цій галузі. Такі заходи сприятимуть не тільки впровадженню цифрових технологій, але й підвищенню загальної стійкості та продуктивності лісового сектору.

Можна виокремити такі виклики та перспективи цифровізації у відтворенні основного капіталу лісового господарства. Виклики цифрової трансформації:

- **Технічні бар'єри**. Однією з основних перешкод для впровадження цифрових технологій є відсутність необхідної інфраструктури, особливо в віддалених або малорозвинених регіонах. Це включає в себе високі витрати на придбання та установку обладнання та обмежену доступність високошвидкісного інтернету.
- **Потреба в кваліфікованих фахівцях**. Існує важливий виклик у вигляді нестачі кваліфікованих фахівців, здатних ефективно використовувати та обслуговувати сучасні цифрові технології. Необхідно забезпечити систематичне навчання та розвиток персоналу.
- **Фінансові обмеження**. Бюджетні обмеження, особливо у державних та комунальних лісогосподарських підприємствах, можуть ускладнювати інвестиції в цифрові технології. Це вимагає пошуку альтернативних джерел фінансування та ефективного розподілу ресурсів.

Перспективи розвитку цифрофізації є наступними:

- **Інновації та адаптація.** Продовження розвитку та адаптація цифрових технологій відкривають широкі можливості для підвищення ефективності та сталості в лісовому господарстві. Інновації у сфері AI, машинного навчання, IoT та інших технологій продовжать трансформувати способи ведення господарства.
- **Підвищення екологічної стійкості.** Цифровізація допоможе розробляти та впроваджувати практики, спрямовані на збереження біорізноманіття та

захист екосистем, що стане важливим кроком до досягнення глобальних екологічних цілей.

- **Залучення приватного сектору**. Активна участь приватного сектору та розвиток партнерств між державою та приватними компаніями може забезпечити нові інвестиції та інноваційні підходи в цифровізації лісового господарства

Діджиталізація принесла значні зміни у відтворенні основного капіталу лісового господарства, включаючи підвищення ефективності управління ресурсами, оптимізацію лісозаготівель та покращення моніторингу стану лісів. Цифрові технології сприяють збереженню біорізноманіття, підвищенню екологічної стійкості лісових господарств та сталому використанню лісових ресурсів. Попри первинні витрати, інвестиції в цифровізацію обіцяють довгострокові економічні переваги, зокрема за рахунок підвищення продуктивності та зниження витрат. Перехід до цифрових технологій стикається з технічними, фінансовими та кадровими викликами, що вимагає комплексного підходу для їх подолання.

Потрібно стимулювати інвестиції в цифрові технології через урядові програми, гранти та податкові пільги. Розробка освітніх програм та курсів для підготовки фахівців, які зможуть ефективно використовувати цифрові технології у лісовому господарстві. Необхідно розвивати технічну інфраструктуру, особливо в віддалених та малорозвинених регіонах, для забезпечення доступу до цифрових технологій. Підтримка співпраці між урядом, науковими інституціями та приватним сектором для сприяння інноваціям та впровадженню цифрових рішень.

Висновки до розділу 1

Перший розділ дипломної роботи на тему "Еколого-економічна ефективність функціонування лісового господарства на засадах діджиталізації" охоплює комплексний аналіз впливу цифрових технологій на лісове

господарство. Розділ досліджує три основні аспекти: роль цифрових технологій у переході до ресурсоефективної циркулярної економіки, діджиталізацію як інструмент підвищення ефективності ведення лісового господарства, та еколого-економічні аспекти відтворення основного капіталу лісового господарства у контексті цифровізації.

Можна дійти до таких висновків підсумовуючи пункти даного розділу:

1. Цифрові технології відіграють ключову роль у підвищенні ефективності управління лісовими ресурсами, оптимізації процесів та забезпеченні сталого використання лісових ресурсів.
2. Діджиталізація сприяє екологічній стійкості лісового господарства через точний моніторинг, збереження біорізноманіття та раціональне використання природних ресурсів.
3. Інвестиції в цифрові технології, незважаючи на первинні витрати, обіцяють значні довгострокові економічні вигоди, включаючи зниження витрат та підвищення доходів від лісового господарства.
4. Незважаючи на переваги, існують виклики, зокрема технічні, фінансові та кадрові, які потребують ретельного підходу та стратегічного планування для подолання.
5. Ефективна інтеграція цифрових технологій в лісовому господарстві вимагає комплексного підходу, включаючи урядову підтримку, освіту та співпрацю між різними секторами.

Ці висновки підкреслюють важливість діджиталізації в сучасному лісовому господарстві як ключового фактора для підвищення його еколого-економічної ефективності та сталого розвитку.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ФІЛІЇ «САМБІРСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ВИМОГАМ СТАЛОГО РОЗВИТКУЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В УМОВАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ

2.1. Аналіз господарської діяльності філії «Самбірське лісове господарство Карпатського лісового офісу ДП «Ліси України»

Філія ДП «Самбірське лісове господарство», координується Карпатським лісовим офісом державного спеціалізованого господарського підприємства ДП "Ліси України". Економічна політика, стратегія господарювання формуються на рівні центрального апарату єдиного державного підприємства "Ліси України". Філія, створена на базі державного підприємства "Самбірське лісове господарство", шляхом реорганізації підприємства - приєднання до ДП "Ліси України", за якою закріплені функції здійснення господарської діяльності а також охорони, захисту, використання та відтворення лісів.

Філія має основну адмінбудівлю в м. Старий Самбір розташована в південно-західній частині Львівської області та здійснює діяльність на території Самбірського, Яворівського, Дрогобицького, Львівського, Стрийського районів на площі 97359 га.

За підсумками господарсько-фінансової діяльності за 9 місяців 2022 року підприємство забезпечило виконання запланованих лісівничих, лісозахисних, лісоохоронних та лісовідновних заходів. Створено 49,2 га лісових культур, що становить 89 відсотків до річного плану 55,4 га. Доповнення лісових культур проведено на площі 193 га при річному плані 124 га. Сприяння природному

поновленню проведено на площі 80 га , що складає 93 відсотки до річного плану 86 га. Догляд за лісовими культурами забезпечено на площі 211 га. Рубки формування та оздоровлення лісів за 9 місяців 2022 року проведено на площі 1 633 га при плані 1 204 га, виконання 136 відсотків. При цьому заготовлено 64 442 кбм ліквідної деревини, при плані 47 020 кбм., виконання 137 відсотків. Рубки догляду в молодняках проведені на площі 504 га при плані 422 га, перевиконані на 119 % [31].

Заготовлено від усіх видів рубок 84 659 кбм, при плані 74 948 кбм (113 %), в тому числі на рубках головного користування 20 216 кбм. Обсяг реалізації продукції за цей період склав 219092 тис.грн. або 136 відсотків до відповідного періоду минулого року. Реалізовано на експорт продукції на суму 10504,8 тис.грн. Вартість знеособленого одного кбм реалізованої деревини склала 2590 грн. Чисельність працюючих в лісгоспі на 01 жовтня 2022 року становила 358 чоловік. ДП "Самбірський лісгосп" за за цей період сплатив до бюджетів усіх рівнів 66 438 тис.грн. податків та зборів. Зокрема, до державного бюджету 43 383 тис.грн. та до місцевого бюджету 23 055 тис.грн. Єдиного соціального внеску сплачено в сумі 19 193 тис.грн. Загальна сума всіх податків — 85 631 тис.грн., це становить 39 % до обсягу реалізації. Сплачено 2338 тис.грн рентної плати за використання лісових ресурсів (див. дод. А).

На виконання Закону України "Про правовий режим воєнного стану", Указу Президента України, розпоряджень Львівської ОВА, Самбірської РВА в умовах воєнного стану підприємство постійно забезпечує лісоматеріалами Збройниї Сил України та тимчасово переміщених осіб із інших областей України.

Стале користування лісовими ресурсами забезпечує лісова сертифікація. Лісова сертифікація - це незалежна оцінка відповідності системи ведення лісового господарства на підприємстві встановленим міжнародним вимогам.

2.2. Соціально-економічне дослідження ставлення фахівців лісового господарства до критеріїв та індикаторів сталого розвитку

2.2.1. Методика оцінки та відбору індикаторів менеджменту сталого лісового господарства

У практиці управління соціальними процесами виникає необхідність з'ясування думки фахівців щодо складних проблем, які важко піддаються формалізації. Експертні опитування мають на меті саме вивчення оцінок фахівців з широкого кола питань і прогнозів розвитку складних нетипових ситуацій. В окремих випадках вирішення нестандартних завдань експертне опитування є не тільки ефективним, а навіть єдино можливим методом отримання необхідної інформації та вибору варіанту дій.

Метод Дельфі, як один із видів експертних опитувань – це багатоетапний метод, який передбачає початкове ізольоване винесення експертами своїх суджень і подальше багаторазове їх коригування на базі ознайомлення кожного експерта з судженнями інших експертів до тих пір, поки величина розмаху оцінок не буде знаходитися в рамках заздалегідь встановленого бажаного інтервалу варіювання оцінок.

Метод Дельфі характеризуються такими рисами:

– анонімність думок експертів;

– регульована обробка, зв'язок, яка здійснюється аналітичною групою низка турів опитування, за умови, що результати кожного туру повідомляються експертам;

– груповою відповіддю, яка виходить за допомогою статистичних методів і відображає узагальнену думку учасників експертизи.

Процедура проведення експертизи на основі методу Дельфі охоплює низку етапів, послідовність і зміст яких визначається відповідно до характеру і складності досліджуваного об’єкта (явища, процесу, проблеми).

До найбільш типових етапів проведення експертизи можна віднести:

- постановка проблеми, її теоретичне і логічне формулювання;
- формулювання групи організаторів експертизи;
- відбір експертів і формування експертної групи;
- розробка опитувальної анкети;
- визначення кількісних параметрів за даними експертного опитування;
- оцінка ступеня узгодженості думок експертів;
- аналіз результатів експертного опитування;
- точність і надійність оцінок за методом Дельфі.

Одним із основних завдань магістерської роботи є оцінка та відбір індикаторів сталого лісового господарства, які найбільш доцільно використовувати у звітності підприємства. Для досягнення поставленої мети ми застосовували один із видів експертних опитувань – метод Дельфі для експертного оцінювання доречності застосування окремих критеріїв.

Метою проведення експертного опитування, що базується на використанні методу Дельфі є визначення змістового та інформативного переліку індикаторів сталого менеджменту лісового господарства на регіональному рівні.

Даний метод передбачає проведення анкетного опитування у декілька турів під час яких формується перелік з найбільш вагомих факторів (індикаторів), щодо ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку.

В даному дослідженні нами була розроблена анкета (див. дод. Б) зміст якої полягав у ставленні фахівців лісового господарства до критеріїв та індикаторів сталого розвитку і необхідність затвердження цих показників на рівні підприємства.

В опитуванні ми керувалися переліком індикаторів, віднесених до шести критеріїв сталого розвитку лісового господарства, які були розробленні експертами FAO.

В свою чергу група експертів, яка складалася з працівників лісового господарства – 10 осіб та 10 науковців визначили оцінку запропонованим індикаторам сталого управління лісами за 4-ма позиціями:

- доречність застосування індикатора;
- практичність;
- важливість;
- вплив.

Доречність застосування кожного з показників в контексті сталого лісового менеджменту і практичність вказує наскільки доступні, або легкодоступні дані, важливість індикатора з точки зору сталого лісокористування і вплив одного показника на інші.

Оцінка мала встановити рівень значення і важливості кожного окремого індикатора, тобто його «вагу» в системі оцінки критеріїв. Було запропоновано здійснювати оцінку за 100-бальною шкалою для перших трьох позицій (доречність практичність, важливість). Шкала оцінювання виглядала наступним чином:

0 – 40 – низька;

41–70 – середня;

71–100 – висока.

В кінцевому підсумку, після проведення розрахунків, які передбачені даним методом, ми повинні отримати таблицю рейтингу індикаторів сталого управління лісами.

Разом із заповненням таблиці рейтингу індикаторів складається загальна інформація про респондентів, а також аналізуються відповіді експертів на питання, які пропонуються в анкеті (див. дод. Б).

2.2.2. Аналіз результатів соціально-економічного дослідження

Як зазначалось в попередньому підпункті – завданням нашого дослідження є оцінка відносної важливості індикаторів менеджменту сталого лісового господарства, формування таблиці рейтингу запропонованих індикаторів.

У соціально-економічному дослідженні на тему ставлення фахівців лісового господарства до критеріїв та індикаторів сталого розвитку і необхідність затвердження даних показників на рівні конкретного підприємства взяли участь 20 експертів, серед яких 10 є працівниками лісового господарства та 10 опитуваних – науковці, які досліджують різні аспекти проблем сталого лісового господарства. Практиків репрезентували працівники філії «Самбірське лісове господарство», які займають посади: лісника, майстра лісу, інженер лісового господарства, головного лісничого, менеджера зі збуту лісової продукції, бухгалтера лісового господарства. Серед науковців активну участь у опитуванні взяли фахівці лісового господарства Національного лісотехнічного університету.

Більшість опитуваних (90%) – це чоловіки, віком: від 20 до 35 років (40%), від 35 до 45 років (35%), від 45 до 65 (25%), переважно з вищою(85%) лісотехнічною(95%) освітою. В анкетуванні прийняли участь:

- 3 - лісники;
- 3 - майстри лісу;
- 1 - інженер лісового господарства;
- головний лісничий;
- 10 - наукових працівників;
- менеджер зі збуту лісової продукції;
- бухгалтер.

Більшість експертів мають стаж роботи у лісовому господарстві у межах 3 років (40%), 25% – від 11 до 25 років, 20% – від 6 до 10 років, 15% – більше

25 років; проживають у місті. Серед опитуваних 15 мешканців Львівської області, 4 – Франківської та один мешканець Харківської області.

Нижче наведено результати дослідження, проведенні на основі опитувальних анкет.

В дослідженні ми взяли за основу систему індикаторів сталого ведення лісового господарства сформовану експертами FAO (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Перелік індикаторів сталого ведення лісового господарства в розрізі шести критеріїв

Критерій	**№ п/п**	**Індикатор**
C1	1	Врахування принципів сталого управління у веденні лісового господарством
C1	2	Оцінка планів ведення лісового господарства
C1	3	Моніторинг лісових ресурсів
C1	4	Картографування лісових ресурсів
C1	5	Управління лісовими ресурсами
C1	6	Планування лісозаготівель і період обороту рубки
C1	7	Запас деревостану і його зміни
C1	8	Співвідношення приросту насаджень і обсягу лісозаготівель
C2	9	Породний склад насаджень
C2	10	Використання відповідних деревних порід
C2	11	Використання методів удобрювання ґрунту
C2	12	Запобігання утворенню відходів
C2	13	Кількість пошкодженої деревини
C2	14	Використання гербіцидів та пестицидів
C2	15	Біологічні методи захисту насаджень
C2	16	Пошкодження стовбурів дерев при проведенні рубок
C2	17	Пошкодження кори дерев комахами-шкідниками
C2	18	Вплив випасу худоби
C3	19	Методи ведення лісового господарства, що викликають збіднення ґрунтів
C3	20	Комплексне використання лісових ресурсів
C3	21	Чиста теперішня вартість
C3	22	Дохід від деревної продукції
C3	23	Недеревна продукція і послуги
	24	Доступ до лісу через лісові дороги
C3	25	Створення трелювльних волоків
C4	26	Облаштування дренажних систем
C4	27	Кількість природного поновлення
C4	28	Використання місцевого лісосадивного матеріалу

C4	29	Вертикальна структура насаджень
C4	30	Кількість старих дерев у насадженні
C4	31	Частка деревних відходів у лісозаготівлі
C4	32	Врахування ключових екосистем в сталому лісовому менеджменті
C4	33	Врахування рідкісних видів дерев і чагарників в сталому лісовому менеджменті
C4	34	Пошкодження природного поновлення
C5	35	Використання методів підготовки ґрунту
C5	36	Якість лісової інфраструктури
C6	37	Навчання персоналу в галузі сталого лісокористування
C6	38	Умови безпеки праці
C6	39	Готовність до співпраці у колективі
C6	40	Врахування конкретних особливостей ділянок у лісокористуванні
C6	41	Використання традиційних методів ведення лісового господарства
C6	42	Вагомість місцевих кадрів лісового господарства для зайнятості на регіональному рівні
C6	43	Належне правове регулювання

Також, на основі критеріїв і відповідних їм індикаторів поданих в табл. 2.1, тими ж експертами FAO, було запропоновано оцінити загальне значення всіх індикаторів в рамках моделі сталого лісового менеджменту шляхом інтеграції зв'язків та зворотних зв'язків у визначеній системі критеріїв та індикаторів (Рис. 2.1). Структура моделі описується критеріями та індикаторами сталого ведення лісового господарства та взаємозв'язками між ними, які вказують на напрямки впливів між показниками. Наприклад, критерію C5 (захисні функції лісів), відповідають тільки два індикатори, проте, як бачимо з Рис. 2.1 на цей критерій впливає низка індикаторів інших критеріїв (продуктивні функції, біорізноманіття, здоров'я і життєвість лісових ресурсів, соціально-економічні функції).

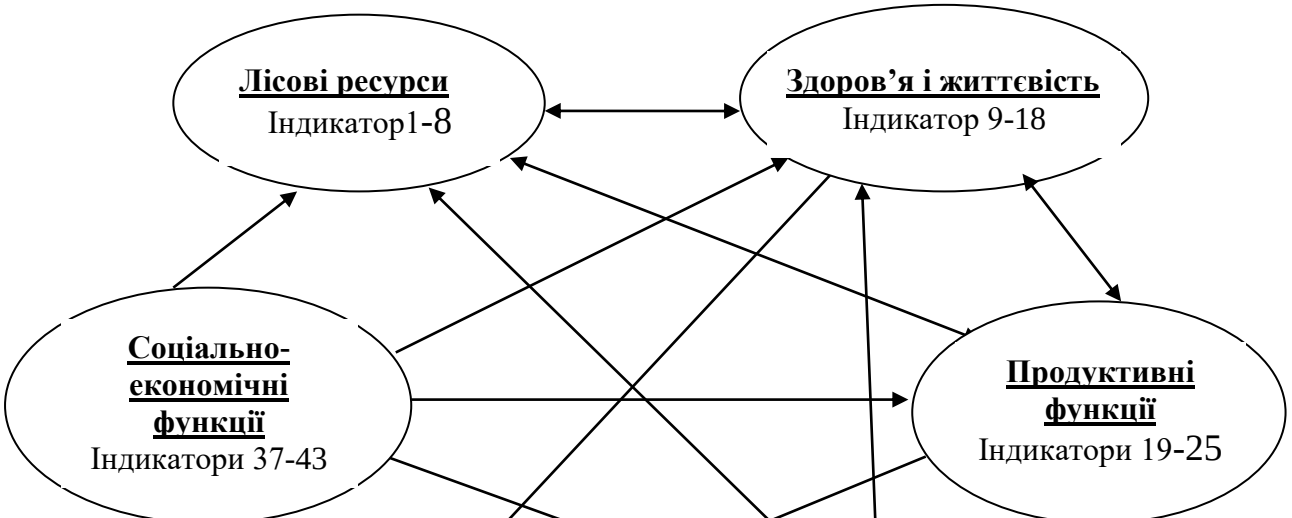


Рис. 2.1 Мережева модель, яка описує взаємозв'язки в системі критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства

Застосуємо такі умовні позначення:

m – кількість експертів, що взяли участь в колективній експертній оцінці;

1, 2, 3…,i,…,m – можливі номери експертів;

n – кількість індикаторів сталого управління лісами, які запропоновані експертом для оцінки;

1, 2, 3…,j,…,n – можливі номери індикаторів, що досліджуються;

m_i – кількість експертів, що оцінили *j-й* індикатор (кількість наданих балів повинна бути більше нуля);

C_{ij} – оцінка відносної ваги (в балах), наданим і-м експертом *j-му* індикатору;

R_{ij} – ранг, встановлений і-м експертом *j-му* індикатору;

W_{ij} – середня вага (нормована оцінка), надана і-м експертом *j-му* індикатору.

Ранг – це порядковий номер, що визначає місце кожного індикатора в загальній сукупності індикаторів. Ранги, зазвичай, відповідають числам натурального ряду: 1;2;3;...n де n – кількість ранжованих індикаторів. Ранг, рівний одиниці, присвоюється найважливішому фактору, n – індикатору, що має мінімальний вплив на досліджуваний процес.

Нижче наведені зміст і формули для розрахунків основних характеристик анкетного опитування для кожного окремого індикатора:

- середній бал:

$$\bar{\mu}_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} C_{ij}}{m_{ij}} \quad (2.1)$$

- середній ранг:

$$\bar{S}_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} R_{ij}}{m} \quad (2.2)$$

- коефіцієнт активності експертів:

$$K_{aej} = \frac{m_j}{m} \quad (2.3)$$

- питома вага кожного фактора:

$$W_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} C_{ij}} \quad (2.4)$$

- розмах оцінок в балах:

$$L_{ij} = C_{jmax} - C_{imin}\ , \quad (2.5)$$

де $C_{jmax,}C_{imin}$ – відповідно максимальна і мінімальна оцінка, поставлена експертами j-*му* індикатору.

У табл. 2.2 наведені статистичні характеристики анкет опитування, отримані на основі формул (2.1 – 2.5), матриці балів оцінки індикаторів (див. дод. В) та матриці рангів присвоєних експертами індикаторам сталого ведення лісового господарства (див. дод. В).

Таблиця 2.2

Статистична оцінка порівняльної важливості індикаторів менеджменту сталого лісового господарства

Індикатор (згідно табл.2.1)	Назва статистичних показників				
	Середнє значення в балах, mj сер.	Середній ранг, Sj сер.	Коефіцієнт активності експертів, K ae j	Середня вага, Wj	Розмах оцінок в балах, Lj
1	77,300	11,100	1,000	0,026	46,000
2	75,750	11,400	1,000	0,025	56,000
3	86,800	5,900	1,000	0,029	30,000
4	73,000	12,850	1,000	0,024	53,000
5	81,800	8,350	1,000	0,027	58,000
6	74,150	12,350	1,000	0,025	47,000

7	79,900	9,750	1,000	0,027	55,000
8	71,450	12,900	1,000	0,024	65,000
9	68,600	14,450	1,000	0,023	73,000
10	69,150	15,300	1,000	0,023	54,000
11	49,800	22,750	1,000	0,017	61,000
12	66,950	15,500	1,000	0,022	65,000
13	66,300	16,200	1,000	0,022	56,000
14	46,850	23,450	1,000	0,016	81,000
15	68,650	15,250	1,000	0,023	53,000
16	63,250	17,550	1,000	0,021	47,000
17	66,850	16,100	1,000	0,022	70,000
18	47,600	23,650	1,000	0,016	61,000
19	64,850	17,200	1,000	0,022	63,000
20	75,750	11,100	1,000	0,025	66,000
21	74,500	12,700	1,000	0,025	54,000
22	74,400	12,350	1,000	0,025	56,000
23	61,200	18,650	1,000	0,020	63,000
24	77,000	11,250	1,000	0,026	65,000
25	65,650	16,450	1,000	0,022	58,000
26	50,250	22,350	1,000	0,017	80,000
27	83,050	7,700	1,000	0,028	33,000
28	63,250	17,300	1,000	0,021	69,000
29	61,400	18,800	1,000	0,021	70,000
30	60,400	20,050	1,000	0,020	47,000
31	59,550	19,050	1,000	0,020	58,000
32	75,350	11,750	1,000	0,025	60,000
33	69,450	13,800	1,000	0,023	78,000
34	81,050	8,550	1,000	0,027	60,000
35	59,150	19,550	1,000	0,020	58,000
36	71,450	12,900	1,000	0,024	95,000
37	81,900	7,800	1,000	0,027	56,000
38	80,350	9,350	1,000	0,027	43,000
39	69,450	15,300	1,000	0,023	61,000
40	70,500	14,550	1,000	0,024	48,000
41	63,100	16,800	1,000	0,021	60,000
42	71,750	14,050	1,000	0,024	52,000
43	87,500	4,950	1,000	0,029	35,000

Для зручності аналізу в табл. 2.3 індикатори сталого ведення лісового господарства розміщені в міру зниження їх відносної важливості.

При порівнянні досліджуваних показників на основі статистичних характеристик найважливішим є індикатор, що має максимальне значення

середнього балу та середньої ваги (нормованої оцінки) і мінімального значення середнього рангу.

Як свідчать дані табл. 2.3, перевага при наданні відносної важливості індикаторів надається середньому рангу. Чим нижчий ранг, тим важливіший індикатор.

Таблиця 2.3

Ранжування індикаторів сталого ведення лісового господарства по мірі зниження значимості, оціненої за середніми значеннями балів, рангів, ваги

Індикатор	Індикатор згідно відносної важливості	Назва індикатора	Середній ранг	Середній бал	Середня вага
43	**1**	Належне правове регулювання	**4,95**	**87,500**	**0,029**
3	**2**	Моніторинг лісових ресурсів	**5,9**	**86,800**	**0,029**
27	**3**	Кількість природного поновлення	**7,7**	**83,050**	**0,028**
37	**4**	Навчання персоналу в галузі сталого лісокористування	**7,8**	**81,900**	**0,027**
5	**5**	Управління лісовими ресурсами	**8,35**	**81,800**	**0,027**
34	**6**	Пошкодження природного поновлення	**8,55**	**81,050**	**0,027**
38	**7**	Умови безпеки праці	**9,35**	**80,350**	**0,027**
7	**8**	Запас деревостану і його зміни	**9,75**	**79,900**	**0,027**
1	**9**	Врахування принципів сталого управління у веденні лісового господарством	**11,1**	**77,300**	**0,026**
24	**10**	Доступ до лісу через лісові дороги	**11,1**	**77,000**	**0,026**
2	**11**	Оцінка планів ведення лісового господарства	**11,25**	**75,750**	**0,025**
20	**12**	Комплексне використання лісових ресурсів	**11,4**	**75,750**	**0,025**
32	**13**	Врахування ключових екосистем в сталому лісовому менеджменті	**11,75**	**75,350**	**0,025**
21	**14**	Чиста теперішня вартість	**12,35**	**74,500**	**0,025**
22	**15**	Дохід від деревної продукції	**12,35**	**74,400**	**0,025**
6	**16**	Планування лісозаготівель і період обороту рубки	**12,7**	**74,150**	**0,025**
4	**17**	Картографування лісових ресурсів	**12,85**	**73,000**	**0,024**
42	**18**	Вагомість місцевих кадрів лісового господарства для зайнятості на регіональному рівні	**12,9**	**71,750**	**0,024**
8	**19**	Співвідношення приросту насаджень і обсягу лісозаготівель	**12,9**	**71,450**	**0,024**

Продовження табл. 2.3

36	**20**	Якість лісової інфраструктури	**13,8**	**71,450**	**0,024**
40	**21**	Врахування конкретних особливостей ділянок у лісокористуванні	**14,05**	**70,500**	**0,024**
33	**22**	Врахування рідкісних видів дерев і чагарників в сталому лісовому менеджменті	**14,45**	**69,450**	**0,023**
39	**23**	Готовність до співпраці у колективі	**14,55**	**69,450**	**0,023**
10	**24**	Використання відповідних деревних порід	**15,25**	**69,150**	**0,023**
15	**25**	Біологічні методи захисту насаджень	**15,3**	**68,650**	**0,023**
9	**26**	Породний склад насаджень	**15,3**	**68,600**	**0,023**
12	**27**	Запобігання утворенню відходів	**15,5**	**66,950**	**0,022**
17	**28**	Пошкодження кори дерев комахами-шкідниками	**16,1**	**66,850**	**0,022**
13	**29**	Кількість пошкодженої деревини	**16,2**	**66,300**	**0,022**
25	**30**	Створення трелювльних волоків	**16,45**	**65,650**	**0,022**
19	**31**	Методи ведення лісового господарства, що викликають збіднення ґрунтів	**16,8**	**64,850**	**0,022**
16	**32**	Пошкодження стовбурів дерев при проведенні рубок	**17,2**	**63,250**	**0,021**
28	**33**	Використання місцевого лісосадивного матеріалу	**17,3**	**63,250**	**0,021**
41	**34**	Використання традиційних методів ведення лісового господарства	**17,55**	**63,100**	**0,021**
29	**35**	Вертикальна структура насаджень	**18,65**	**61,400**	**0,021**
23	**36**	Недеревна продукція і послуги	**18,8**	**61,200**	**0,02**
30	**37**	Кількість старих дерев у насадженні	**19,05**	**60,400**	**0,02**
31	**38**	Частка деревних відходів у лісозаготівлі	**19,55**	**59,550**	**0,02**
35	**39**	Використання методів підготовки ґрунту	**20,05**	**59,150**	**0,02**
26	**40**	Облаштування дренажних систем	**22,35**	**50,250**	**0,017**
11	**41**	Використання методів удобрювання ґрунту	**22,75**	**49,800**	**0,017**
18	**42**	Вплив випасу худоби	**23,45**	**47,600**	**0,016**
14	**43**	Використання гербіцидів та пестицидів	**23,65**	**46,850**	**0,016**

Рис. 2.2 Відносна важливість індикаторів згідно наданих експертами балів

Аналізуючи дані табл. 2.3, ми бачимо, що з 43 індикаторів сталого ведення лісового господарства, на перше місце експерти ставлять належне правове регулювання. Відповідно розподіляються 2, 3, 4…43 місця кожного індикатора. З рейтингу аналізованих показників, видно, які з них є суттєвими для респондентів, а відтак і для регіону в першу чергу.

Відносна важливість індикаторів сталого лісового господарства представлена графічно у вигляді лінійної діаграми (Рис. 2.2).

У табл. 2.4, просумувавши середні бали (табл. 2.3, 2.4), надані експертами індикаторам, визначаємо рейтинг критеріїв менеджменту сталого лісового господарства згідно оцінки відповідних їм індикаторів.

Таблиця 2.4

Оцінка критеріїв сталого менеджменту лісового господарства на основі відповідних їм індикаторів

Критерій	Назва критерію	Відсоток окремого критерію, %
C1	Підвищення продуктивності лісів, їхнього внеску в глобальний вуглецевий баланс та збереження продуктивного потенціалу лісових земель	20,8
C2	Підтримка біологічної стійкості та життєздатності лісів	20,6
C3	Збереження та покращення продуктивних функцій лісів	16,5
C4	Збереження та збагачення біологічного різноманіття лісових екосистем	20,2
C5	Збереження та підтримка захисних функцій лісів	4,3
C6	Підтримка економічних та соціально-культурних функцій лісів	17,6
Загальна сума		100

Отримані результати представимо графічно у вигляді кругової діаграми (Рис. 2.3).

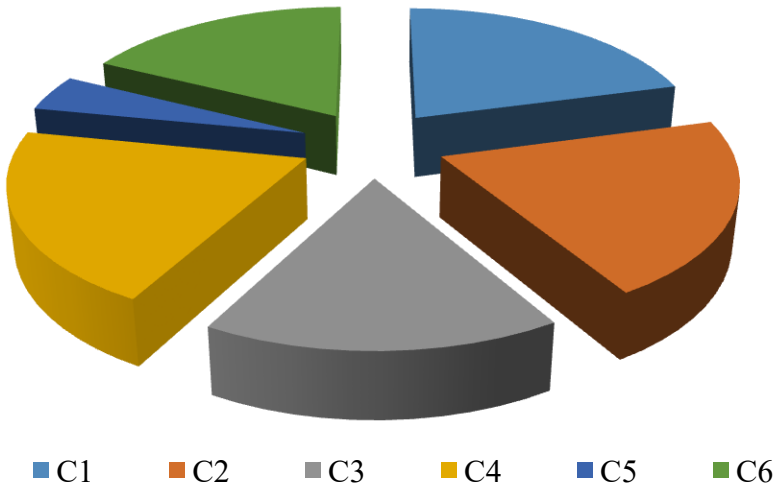


Рис. 2.3 Відносна важливість критеріїв на основі відповідних їм індикаторів

З Рис. 2.3 бачимо, що перші два критерії – С1 (підвищення продуктивності лісів, їхнього внеску в глобальний вуглецевий баланс та збереження продуктивного потенціалу лісових земель) та С2 (підтримка біологічної стійкості та життєздатності лісів) займають перші місця в системі оцінки критеріїв, наступні місця розподілились таким чином: С4 – збереження та збагачення біологічного різноманіття лісових екосистем (20%); С6 – підтримка економічних та соціально-культурних функцій лісів (18%); С3 – збереження та покращення продуктивних функцій лісів (16%) і найменший відсоток (4%) має критерій С5 – збереження та підтримка захисних функцій лісів.

Проаналізуємо окремо кожен з шести критеріїв сталого ведення лісового господарства у розрізі відповідних їм індикаторів (табл. 2.5), результати представимо графічно на Рис. 2.4.

Таблиця 2.5

Аналіз критерію С1 у розрізі відповідних йому індикаторів менеджменту сталого лісового господарства

Критерій	№	Індикатор	Середній бал	%
С1	1	Врахування принципів сталого управління у веденні лісового господарством	77,3	12,5
	2	Оцінка планів ведення лісового господарства	75,75	12,2
	3	Моніторинг лісових ресурсів	86,8	14,0
	4	Картографування лісових ресурсів	73	11,8
	5	Управління лісовими ресурсами	81,8	13,2
	6	Планування лісозаготівель і період обороту рубки	74,15	12,0
	7	Запас деревостану і його зміни	79,9	12,9
	8	Співвідношення приросту насаджень і обсягу лісозаготівель	71,45	11,5
Сума			620,15	100

Рис. 2.4 Аналіз критерію С1 у розрізі відповідних йому індикаторів

На основі вище поданої діаграми можна зробити висновок, що найсуттєвішим індикатором критерію С1, за експертними оцінками є моніторинг лісових ресурсів, середній бал якого становить 86,8 (14%),

найменший бал отримав індикатор під номером 8 – співвідношення приросту насаджень і обсягу лісозаготівель – 71,45 (11,5 %).

Аналогічно проводимо аналіз наступних 5 критеріїв і відповідних їм індикаторів. Результати аналізу подано в таблицях і на рисунках (див. табл. 2.6 – 2.10 і на рис. 2.5 – 2.9).

Таблиця 2.6

Аналіз критерію С2 у розрізі відповідних йому індикаторів менеджменту сталого лісового господарства

Критерій	№	Індикатор	Середній бал	%
С2	9	Породний склад насаджень	68,6	11,2
	10	Використання відповідних деревних порід	69,15	11,3
	11	Використання методів удобрювання ґрунту	49,8	8,1
	12	Запобігання утворенню відходів	66,95	10,9
	13	Кількість пошкодженої деревини	66,3	10,8
	14	Використання гербіцидів та пестицидів	46,85	7,6
	15	Біологічні методи захисту насаджень	68,6	11,2
	16	Пошкодження стовбурів дерев при проведенні рубок	63,25	10,3
	17	Пошкодження кори дерев комахами-шкідниками	66,85	10,9
	18	Вплив випасу худоби	47,6	7,8
Сума			614	100

Рис. 2.5 Аналіз критерію С2 у розрізі відповідних йому індикаторів

З табл. 2.6 та рис. 2.5 бачимо, що найвищий середній бал, за результатами анкетного опитування і проведених розрахунків отримали індикатори: використання відповідних деревних порід (середній бал – 69,15, або 11,3%); породний склад насаджень і біологічні методи захисту насаджень, які отримали однакову кількість балів – 68,6 (11,2%). Найменш важливим з переліку індикаторів, які характеризують критерій С2 є використання гербіцидів та пестицидів (середній бал – 46,85).

Аналізуючи індикатори критерію С3 (табл. 2.7 і рис. 2.6), експерти вважають, що найсуттєвішим є доступ до лісу через лісові дороги, який складає 15,6% у загальній кількості індикаторів аналізованого критерію. Найменший відсоток становить індикатор – недеревна продукція і послуги (12,4%).

Таблиця 2.7

Аналіз критерію С3 у розрізі відповідних йому індикаторів менеджменту сталого лісового господарства

Критерій	№	Індикатор	Середній бал	%
С3	19	Методи ведення лісового господарства, що викликають збіднення ґрунтів	64,85	13,1
	20	Комплексне використання лісових ресурсів	75,75	15,4
	21	Чиста теперішня вартість	74,50	15,1
	22	Дохід від деревної продукції	74,40	15,1
	23	Недеревна продукція і послуги	61,2	12,4
	24	Доступ до лісу через лісові дороги	77	15,6
	25	Створення трелювльних волоків	65,65	13,3
Сума			493,4	100

Рис. 2.6 Аналіз критерію С3 у розрізі відповідних йому індикаторів

Таблиця 2.8

Аналіз критерію С4 у розрізі відповідних йому індикаторів менеджменту сталого лісового господарства

Критерій	№	Індикатор	Середній бал	%
С4	26	Облаштування дренажних систем	50,25	8,3
	27	Кількість природного поновлення	83,05	13,8
	28	Використання місцевого лісосадивного матеріалу	63,25	10,5

	29	Вертикальна структура насаджень	61,4	10,2
	30	Кількість старих дерев у насадженні	60,400	10,0
	31	Частка деревних відходів у лісозаготівлі	59,550	9,9
	32	Врахування ключових екосистем в сталому лісовому менеджменті	75,35	12,5
	33	Врахування рідкісних видів дерев і чагарників в сталому лісовому менеджменті	69,45	11,5
	34	Пошкодження природного поновлення	81,05	13,4
Сума			603,75	100

Рис. 2.7 Аналіз критерію С4 у розрізі відповідних йому індикаторів

Критерію С4 – збереження та збагачення біологічного різноманіття лісових екосистем – відповідає 9 індикаторів (табл. 2.8, рис. 2.7), серед яких перше місце посідає – кількість природного поновлення (13,8%), а, відповідно, дев'яте – облаштування дренажних систем (8,3%).

Таблиця 2.9

Аналіз критерію С5 у розрізі відповідних йому індикаторів менеджменту сталого лісового господарства

Критерій	№	Індикатор	Середній бал	%
С5	35	Використання методів підготовки ґрунту	59,15	45,3
	36	Якість лісової інфраструктури	71,45	54,7
Сума			130,6	100

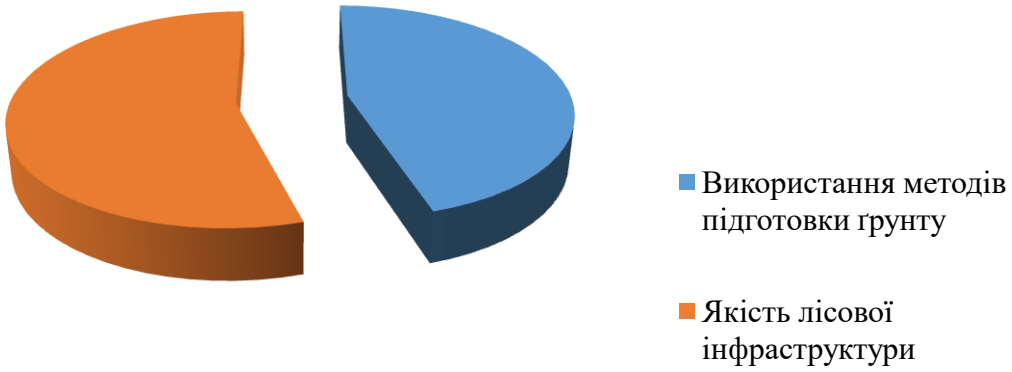


Рис. 2.8 Аналіз критерію С5 у розрізі відповідних йому індикаторів

П’ятий критерій – збереження та підтримка захисних функцій лісів – характеризує лише два індикатори (табл. 2.9, рис. 2.8), серед яких якість лісової інфраструктури (54,7%) переважає над використанням методів підготовки ґрунту (45,3%).

Таблиця 2.10

Аналіз критерію С6 у розрізі відповідних йому індикаторів менеджменту сталого лісового господарства

Критерій	№	Індикатор	Середній бал	%
С6	37	Навчання персоналу в галузі сталого лісокористування	81,9	15,6
	38	Умови безпеки праці	80,35	15,3
	39	Готовність до співпраці у колективі	69,45	13,2

	40	Врахування конкретних особливостей ділянок у лісокористуванні	70,5	13,4
	41	Використання традиційних методів ведення лісового господарства	63,1	12,0
	42	Вагомість місцевих кадрів лісового господарства для зайнятості на регіональному рівні	71,75	13,7
	43	Належне правове регулювання	87,5	16,7
Сума			524,55	100

Рис. 2.9 Аналіз критерію С6 у розрізі відповідних йому індикаторів

Серед семи індикаторів, які відповідають шостому критерію сталого лісокористування найвагомішим є належне правове регулювання (16,7%), яке займає першість і в загальному переліку індикаторів, запропонованих в даному дослідженні (табл. 2.10, рис. 2.9).

Ретельний аналіз результатів анкетного опитування проводиться лише після оцінки ступеня узгодженості думок експертів, який визначається за коефіцієнтом конкордації:

$$K_{\text{кон}} = \frac{43\sum_{j=1}^{n} d_j^2}{m^2(n^3-n)+m\sum_{i=1}^{m} T_i}, \quad (2.6)$$

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^{n} S_j}{n}, \quad (2.7)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^{m} R_{ij}, \quad (2.8)$$

$$T_l = \sum_{l=1}^{L}(t_l^3 - t_l), \qquad (2.9)$$

де $К_{кон}$ – коефіцієнт конкордації;

L – кількість груп зв'язаних (однакових) рангів;

te – кількість зв'язаних рангів у поточній групі.

Результати обробки опитувальних анкет вважаються прийнятними, якщо $К_{кон} > 0,5$.

Розрахунок коефіцієнта конкордації за поданими вище формулами, наведений у дод. Г.

Коефіцієнт конкордації приймає значення від 0 до 1. Чим більше значення коефіцієнта конкордації, тим вище ступінь узгодженості думок експертів. При $К_{кон.} =1$ є повна узгодженість думок експертів; якщо $К_{кон.} =0$, то узгодженість практично відсутня.

В нашому випадку Ккон. = 0,136.

У першу п'ятірку індикаторів сталого ведення лісового господарства за рівнем статистичних характеристик увійшли:

- належне правове регулювання;
- моніторинг лісових ресурсів;
- кількість природного поновлення;
- навчання персоналу в галузі сталого лісокористування;
- управління лісовими ресурсами.

Належне правове регулювання у галузі лісового господарства, яке б базувалось на засадах сталого лісокористування, дало б позитивні зрушення у лісовому секторі, як для країни в цілому, так і на регіональному рівні. Проте, як свідчить практика, законодавча база має підсилюватись належним контролем за дотриманням прийнятих на державному рівні законів, нормативно-правових актів тощо.

Сучасні суспільні вимоги до лісів стосуються широкого спектру їх функцій щодо збереження довкілля і розвитку, включаючи важливі екологічні, економічні та соціальні складові. Інформаційні потреби стосовно багатосторонніх функцій лісів можуть бути задоволені лише за умови

проведення багатоцільового лісового моніторингу, який комплексно враховує різноманітні функції лісів. Відповідно до масштабу та інтенсивності лісогосподарських заходів має вестися моніторинг за станом лісу, обсягом лісогосподарської продукції, ланцюжком від заготівельника до споживача, лісогосподарськими заходами, їх соціальними та екологічними наслідками.

Природне відновлення лісу – це процес утворення нового покоління лісу природним шляхом. В Україні лісовідновлення переважно відбувається шляхом створення лісових культур. Значно рідше застосовується вирощування лісу із самосіву насаджень-попередників (природне відновлення). Ширше використання природного відновлення має важливе економічне і екологічне значення, оскільки воно дозволяє до мінімуму скоротити витрати на лісовідновлення і отримати стійкіші насадження, оскільки природні деревостани складаються із особин, що на всіх стадіях онтогенезу пройшли жорсткий природний відбір у конкретних лісо рослинних умовах і краще до них пристосувалися.

Упровадження та функціонування системи сталого менеджменту лісогосподарських підприємств для реалізації підприємницьких ініціатив на інноваційно-інвестиційній основі вимагають наявності у менеджерів та фахівців лісового господарства спеціальних лісоекологічних, еколого-економічних знань, які необхідні для впровадження еколого-економічних технологій соціально відповідального управління лісогосподарювання на засадах сталого розвитку (зокрема це стосується лісової сертифікації, екологічного маркетингу, механізмів соціально-екологічної відповідальності).

Система управління лісовими ресурсами повинна базуватись на веденні лісового господарства на засадах збалансованого розвитку, підвищення ефективності лісоуправління, багатоцільового використання лісових ресурсів і корисних властивостей лісу, а також збільшення площі лісів до оптимальної.

Крім побудови таблиці рейтингу індикаторів менеджменту сталого лісового господарства, в даному соціально-економічному дослідженні було розглянуто ряд питань, які передбачали з’ясування ставлення експертів до

стану лісового господарства в Україні, обізнаність кожного респондента у сфері сталого лісокористування, а також важливість застосування системи критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства на регіональному рівні (див. пит. 1 – 7 дод. В).

Отже, на основі проведеного анкетного опитування ми отримали таку інформацію:

– 45% респондентів оцінюють стан лісового господарства в Україні, як задовільний, 40% дають незадовільну оцінку і лише 15% опитуваних схиляються до думки, що лісове господарство країни перебуває в доброму стані;

– з поняттям «сталого лісокористування» знайомі 85 % респондентів, тоді як 15 % - знайомі, проте не можуть дати йому визначення;

– 80 % опитуваних вважають, що усталені підходи до процесу лісокористування на підприємствах України є неефективними і потребують змін та вдосконалення, решта – 20% – позитивно оцінює дані підходи;

– 65% знайомі з основними міжнародними процесами, угодами та стандартами щодо критеріїв та індикаторів сталого управління лісами, частково знайомі, проте не знають їх сутті та змісту – 35%;

– Оцінюючи, за п’ятибальною шкалою рівень управління лісовим господарством на підприємстві то, 45% експертів оцінили рівень управління у 3 бали, 35 % – у 4 бали, 10 % поставили найвищий бал, тобто 5, а також 10% поставили оцінку у 2 бали;

– 70% опитуваних вважають, що використання європейського досвіду ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку на підприємстві забезпечить позитивні зрушення у лісовому господарстві, 15 % задоволенні власним досвідом і вважають, що він є цілком прийнятним, наступні 15% схиляються до думки, що власний досвід є цінним, проте непогано б було кращі якості переймати і від закордонних колег;

80% респондентів висловили думку, що запровадження на підприємстві системи критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства є доцільним і буде сприяти позитивним зрушенням у цій сфері, 10 % опитуваних влаштовує чинна система показників, решта 10% вважає, що при нормальному виконанні сучасних законів України щодо ведення лісового господарства та чіткому контролі – запроваджувати систему критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства є недоцільним.

Висновки до розділу 2

1. У другому розділі нами була проаналізована лісогосподарська діяльність філії «Самбірське лісове господарство» у контексті вимог сталого розвитку.

Основними напрямками ведення лісового господарства Самбірського району є: вирощування насаджень цінних господарських порід, покращення санітарного стану лісів, задоволення потреб народного господарства в деревині, створення сприятливих умов для відпочинку і оздоровлення місцевого населення. Лісогосподарська діяльність підприємства спрямоване на комплексний розвиток лісового господарства, тобто збір лісового насіння, вирощування посадкового матеріалу у лісових розсадниках, посадка лісових культур, рубки догляду за лісом, охорона і захист лісів і кінцевою стадією – заготівля та переробка деревини.

2. Лісогосподарську діяльність філії «Самбірське лісове господарство» проаналізовано у розрізі шести критеріїв і відповідних їм індикаторів сталого ведення лісового господарства.

3. Соціально-економічне дослідження для визначення ставлення фахівців лісового господарства до критеріїв та індикаторів сталого лісового господарства здійснюємо на основі методу експертного опитування – методу Дельфі.

Розраховуємо середній бал, наданий 20 експертами кожному з 43 запропонованих індикаторів менеджменту сталого лісового господарства, середній ранг індикатора та питому вагу кожного показника. За результатами розрахунків побудована таблиця рейтингу індикаторів. До найвагоміших індикаторів сталого лісового господарства на думку експертів, задіяних у дослідженні віднесено:

- належне правове регулювання;
- моніторинг лісових ресурсів;
- кількість природного поновлення;
- навчання персоналу в галузі сталого лісокористування;
- управління лісовими ресурсами.

РОЗДІЛ 3.

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА, ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОЛІТИКИ СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ

В сучасному світі діджиталізація перетворилася на ключовий фактор економічного розвитку та інновацій. У контексті лісового господарства, цифрові технології відіграють вирішальну роль не тільки у вдосконаленні процесів управління та використання ресурсів, але й у формуванні ефективної державної політики, спрямованої на стимулювання економічного зростання. Перехід до цифрової економіки в лісовому секторі відкриває нові можливості для інновацій, створення робочих місць та збільшення внутрішнього валового продукту.

Роль діджиталізації у лісовому господарстві як інструменту політики стимулювання економічного розвитку полягає не лише в оптимізації використання природних ресурсів, але й у створенні умов для інтеграції цього сектору в ширший економічний контекст. Це означає розгляд цифровізації не як окремого процесу, а як частини цілісної стратегії розвитку, що включає в себе інвестиції в технології, розвиток людських ресурсів, інновації та міжнародну співпрацю.

Наступні пункти розділу детально розглянуть, як саме діджиталізація може стати важливим інструментом у політиці стимулювання розвитку економіки через лісове господарство, враховуючи як внутрішні, так і зовнішні фактори, що впливають на цей процес.

3.1. Стратегічні напрямки діджиталізації лісового господарства України

У сучасному світі діджиталізація займає вирішальне місце у розвитку багатьох сфер економіки, включно з лісовим господарством. Для України, країни з багатими лісовими ресурсами, впровадження сучасних цифрових технологій у лісовому господарстві відкриває широкі перспективи для

підвищення ефективності, забезпечення сталого управління ресурсами та стимулювання економічного зростання.

Діджиталізація лісового господарства України має важливе стратегічне значення не тільки для галузі, але й для загальноекономічного розвитку країни. Вона дозволяє оптимізувати ланцюги поставок, підвищити якість продукції, відкриває нові ринки та збільшує конкурентоспроможність на міжнародному рівні. Використання цифрових інструментів також сприяє відкриттю нових робочих місць та розвитку суміжних галузей.

Діджиталізація в лісовому господарстві України зараз знаходиться на етапі активного розвитку. Основними напрямками є впровадження інформаційних систем для управління лісовими ресурсами, використання дистанційного зондування для моніторингу стану лісів та розробка мобільних додатків для ефективної лісозаготівлі. Ці ініціативи сприяють підвищенню прозорості та ефективності в галузі, а також відкривають можливості для більш раціонального використання природних ресурсів.

Основними викликами на шляху діджиталізації є обмежені бюджети, нестача кваліфікованих IT-фахівців у галузі та потреба в оновленні застарілої інфраструктури. Водночас, цифровізація пропонує можливості для залучення інвестицій, розвитку інновацій та підвищення загальної конкурентоспроможності лісового господарства України.

Розвиток цифрових технологій в лісовому господарстві сприяє не лише покращенню управління лісовими ресурсами, але й відкриває шляхи для розширення експортного потенціалу, розвитку екотуризму та створення нових бізнес-моделей у галузі. Ефективна діджиталізація може виступати як ключовий фактор у стимулюванні економічного зростання та підвищенні стійкості до глобальних викликів.

Основні стратегічні напрямки:

- Розробка та впровадження інтегрованих інформаційних систем. Україна зосереджує зусилля на створенні єдиної інформаційної системи для управління лісовими ресурсами. Це включає збір,

обробку та аналіз даних про стан лісів, лісозаготівлі, запаси деревини тощо.

- Використання дистанційного зондування та GIS. Застосування супутникових зображень та геоінформаційних систем для моніторингу лісових насаджень, виявлення незаконних вирубок, та оцінки змін у лісових екосистемах.
- Розвиток цифрових інструментів для лісозаготівлі та переробки. Впровадження сучасних цифрових рішень для автоматизації лісозаготівельних та переробних процесів, що сприятиме підвищенню продуктивності та зменшенню впливу на довкілля (Рис. 3.1).

Рис. 3.1 Автоматизація лісозаготівельної техніки на прикладі використання сенсорів. FPInnovations, Canada, 2017

Наведемо кілька приклади реалізації таких рішень:

Проект "Smart Forest" - ініціатива, яка передбачає використання IoT технологій для моніторингу стану лісів, включаючи відстеження вологості, температури та інших важливих параметрів.

Співпраця з Європейськими Інституціями. Україна активно співпрацює з міжнародними організаціями, такими як FAO та програмою EUFORGEN, для обміну знаннями та впровадження кращих практик у цифровізації лісового господарства.

І можливі переваги, які ми отримуємо від цих проектів:

1. Підвищення ефективності лісогосподарських процесів.
2. Зменшення втрат та посилення боротьби з незаконними вирубками.
3. Покращення умов для сталого розвитку лісових ресурсів.

Автоматизація процесів у лісовому господарстві за допомогою цифрових технологій значно підвищує ефективність роботи. Використання інтегрованих систем управління даними, дистанційного зондування для моніторингу лісів та автоматизованих систем контролю за лісозаготівлями знижує витрати часу та ресурсів, покращуючи загальну продуктивність.

Цифрові технології сприяють збереженню екологічного балансу, дозволяючи точно відстежувати стан лісових ресурсів, аналізувати вплив лісогосподарської діяльності на довкілля та вживати своєчасні заходи для запобігання негативним наслідкам. Це включає в себе заходи з попередження лісових пожеж, контроль за шкідниками та захворюваннями.

Інвестиції в цифрову інфраструктуру відкривають нові можливості для лісового господарства, включаючи створення нових бізнес-моделей, розширення експортних можливостей та залучення приватних інвестицій. Цифровізація також сприяє розвитку сфер, пов'язаних з лісовим господарством, як-от екотуризм та біоенергетика.

Одним із ключових викликів є відсутність розвинутої інфраструктури для впровадження інтегрованих цифрових систем, особливо в віддалених лісових районах. Обмеженість бюджетних коштів та відсутність інвестицій є суттєвим бар'єром для реалізації масштабних цифрових проектів у галузі. Нестача кваліфікованих IT-фахівців у галузі лісового господарства є важливим викликом, який потребує розв'язання через освітні та професійні програми.

Незважаючи на існуючі виклики, постійний технологічний розвиток відкриває нові можливості для ефективного використання лісових ресурсів та підвищення сталості господарювання. Активізація міжнародного співробітництва та обміну знаннями може сприяти розвитку діджиталізації в українському лісовому господарстві. Державна підтримка у вигляді

фінансування, законодавчих ініціатив та інвестиційних програм є ключовим фактором для розвитку діджиталізації у галузі.

Діджиталізація в лісовому господарстві України відіграє вирішальну роль у підвищенні ефективності галузі, забезпеченні сталого використання природних ресурсів та стимулюванні економічного зростання. Цифровізація сприяє не лише технічному удосконаленню лісового господарства, але й відкриває нові можливості для розвитку суміжних галузей, зокрема екотуризму та біоенергетики.

Існуючі виклики, такі як інфраструктурні обмеження, фінансування та кадровий потенціал, вимагають комплексного підходу, але водночас відкривають шляхи для інновацій та міжнародної співпраці.

Важливо зосередити зусилля на розвитку та модернізації цифрової інфраструктури в галузі, включаючи впровадження передових технологій та оновлення існуючих систем. Розвиток освітніх програм для підготовки спеціалістів, здатних ефективно працювати з цифровими технологіями, є ключовим для успішної діджиталізації. Активна урядова підтримка через фінансування, стимулюючі податкові заходи та законодавчі ініціативи необхідна для підтримки та розвитку цифровізації в лісовому господарстві. Залучення міжнародного досвіду та співпраця з глобальними організаціями можуть сприяти обміну знаннями та впровадженню найкращих практик.

3.2. Організаційно-економічні засади діджиталізації як елемент забезпечення сталого ведення лісового господарства

Діджиталізація лісового господарства представляє собою фундаментальну зміну в підходах до управління, організації та економічного планування в цій важливій галузі. Впровадження цифрових технологій відкриває нові можливості для оптимізації процесів, підвищення продуктивності та забезпечення сталого розвитку. У контексті лісового господарства, це означає краще управління лісовими ресурсами, ефективне

моніторинг та контроль, а також забезпечення більшої прозорості та відповідальності в галузі.

Організаційно-економічні засади діджиталізації лежать в основі сталого розвитку лісового господарства. Це включає в себе не тільки впровадження новітніх технологій, але й розробку нових бізнес-моделей, стратегій управління та політик, що відповідають сучасним викликам та можливостям. Ключовими елементами є інтеграція цифрових рішень у повсякденні операції, залучення інвестицій, а також розвиток людського капіталу.

Лісове господарство України характеризується розмаїттям форм власності та управління, включаючи державні, комунальні та приватні лісогосподарські підприємства. Це створює складну мережу взаємодій, яка вимагає ефективної координації та управління. За даними Державного агентства лісових ресурсів України, близько 70% всіх лісових насаджень знаходяться в державній власності, що ставить на порядок денний важливість оптимізації управлінських процесів.

Діджиталізація пропонує значні можливості для вдосконалення управління лісовими ресурсами. Використання інформаційних систем, як-от GIS (Геоінформаційні системи), дозволяє здійснювати більш точний та ефективний моніторинг лісових насаджень. Наприклад, застосування даних з дистанційного зондування може поліпшити планування лісозаготівель та відновлення лісів, знизивши тим самим вплив на екосистеми.

Впровадження цифрових технологій вимагає початкових інвестицій, але в довгостроковій перспективі воно може призвести до значних економічних вигод. Цифровізація може сприяти підвищенню продуктивності, зменшенню витрат на логістику та управління, а також відкривати нові ринки для лісової продукції.

Підвищення виробничої ефективності через цифрові технології по оптимізації лісозаготівель та автоматизації обробки даних:

- Використання GPS та GIS технологій у лісозаготівельних процесах дозволяє точно визначати місця заготівлі, планувати оптимальні

маршрути та ефективно розподіляти ресурси. За оцінками, впровадження цих технологій може знизити витрати на логістику до 15-20%.

- Системи автоматизованого збору та аналізу даних значно знижують час та витрати на обробку інформації про стан лісів. Ефективність обробки даних може збільшуватися на 30-40% завдяки застосуванню сучасних програмних рішень.

Такі впровадження мають вплив на вартісну структуру через зниження витрат та підвищення доходів. Цифровізація сприяє скороченню витрат на управління, моніторинг та логістику. Наприклад, використання дронів для моніторингу лісів може знизити витрати на ці цілі на 25-30% у порівнянні з традиційними методами. Цифрові технології дозволяють розширювати ринки збуту та відкривати нові комерційні можливості, зокрема через онлайн-платформи для продажу лісопродукції. Це може призвести до збільшення доходів галузі на 10-15%.

Наведу кілька прикладів успішного впровадження і використання дронів. У Швеції використання дронів для моніторингу лісів допомогло оптимізувати процеси управління та знизити витрати на екологічний моніторинг. В Канаді впровадження ГІС для планування лісозаготівель підвищило точність і ефективність управління лісовими ресурсами.

Роль діджиталізації у сталому розвитку лісового господарства у трьох вимірах:

- **Екологічний вимір**
    - Цифрові технології, зокрема супутникове зондування та системи дистанційного відстеження, дозволяють більш точно моніторити стан біорізноманіття. Вони сприяють ранньому виявленню змін у популяціях рослин і тварин, дозволяючи своєчасно реагувати на екологічні загрози.

- Автоматизація процесів у лісовому господарстві може знизити вплив на довкілля, зменшуючи викиди вуглецю та сприяючи більш ефективному використанню ресурсів.

- **Соціальний вимір**
  - Цифровізація може сприяти створенню нових робочих місць у лісовому господарстві та суміжних галузях. Залучення місцевих громад до управління лісовими ресурсами, з використанням цифрових інструментів, може покращити їх економічне становище та забезпечити більшу соціальну залученість.
  - Важливим аспектом є також розвиток освітніх програм, спрямованих на навчання лісового персоналу новим цифровим навичкам, що підвищує їх кваліфікацію та забезпечує краще управління ресурсами.
- **Економічний вимір**
  - Цифровізація в лісовому господарстві може значно підвищити виробничу ефективність. Застосування автоматизованих систем контролю та управління дозволяє знизити виробничі витрати та підвищити якість продукції.
  - Цифровізація відкриває можливості для приваблення інвестицій у лісовий сектор, стимулюючи економічний розвиток та інновації.

Одним з основних викликів є недостатність технічної інфраструктури, необхідної для широкомасштабного впровадження цифрових технологій. Це включає обмеження у доступі до широкосмугового інтернету, застаріле обладнання та відсутність сучасних IT-систем. Високі витрати на впровадження та підтримку цифрових технологій можуть бути значним бар'єром, особливо для малих та середніх підприємств. Це вимагає залучення додаткових інвестицій та фінансової підтримки з боку держави. Нестача кваліфікованих

фахівців, які володіють навичками роботи з новітніми технологіями, становить велику проблему для ефективної діджиталізації лісового господарства.

Постійний розвиток інноваційних технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання та IoT, відкриває нові можливості для підвищення ефективності та сталості лісового господарства. Співпраця з приватним сектором може забезпечити доступ до інвестицій, інновацій та експертизи, що сприятиме прискоренню процесу діджиталізації. Активна роль держави у фінансуванні цифрових проектів та співпраця на міжнародному рівні може сприяти подоланню існуючих викликів та створенню сприятливого середовища для інновацій.

Стратегічне впровадження цифрових технологій у лісовому господарстві України має критичне значення для підвищення його ефективності та сталості. Це включає оптимізацію управлінських процесів, поліпшення контролю за ресурсами та розвиток нових бізнес-моделей. Цифровізація сприяє економічному розвитку, відкриваючи нові можливості для збільшення доходів, створення робочих місць та приваблення інвестицій. Використання цифрових інструментів дозволяє забезпечити більш стале ведення лісового господарства, зменшуючи негативний вплив на довкілля та зберігаючи природні ресурси. Діджиталізація може сприяти покращенню умов життя місцевих громад, забезпечуючи більш прозоре та ефективне управління ресурсами.

Потрібно активно залучати інвестиції для розвитку цифрової інфраструктури та впровадження інноваційних технологій. Важливо інвестувати в освітні та навчальні програми для підготовки фахівців, які можуть ефективно працювати з цифровими системами у лісовому господарстві. Необхідно сприяти співпраці між урядом, приватним сектором та академічними інституціями для обміну знаннями, досвідом та кращими практиками. Державна підтримка у формі законодавчих ініціатив, фінансування та податкових стимулів є ключовою для розвитку діджиталізації в лісовому господарстві.

3.3. Шляхи підвищення ефективності процесу прийняття рішень

Прийняття рішень в лісовому господарстві має вирішальне значення, оскільки воно впливає на управління природними ресурсами, екологічну стійкість та економічну ефективність галузі. Від ефективності цих рішень залежить не тільки здоров'я лісів, але й добробут місцевих громад, а також загальний стан довкілля.

У контексті зростаючих екологічних викликів та економічних тиску, підвищення ефективності прийняття рішень стає ключовим аспектом для сталого розвитку лісового господарства. Це включає в себе використання новітніх технологій, аналітики даних, та інтеграцію екологічних та соціальних вимірів у процес прийняття рішень.

Аналіз сучасних методів прийняття рішень у лісовому господарстві:

- ✓ Традиційні методи та їх обмеження
  - Емпіричні підходи. Традиційно, рішення в лісовому господарстві приймалися на основі емпіричних знань та досвіду. Хоча ці методи мають важливість, вони часто не можуть врахувати всі змінні або адаптуватися до швидко змінюваних умов.
  - Статичні планувальні моделі. Традиційне планування часто використовує статичні моделі, які не здатні ефективно реагувати на динамічні зміни в екосистемах та ринкових умовах.
- ✓ Інноваційні методи прийняття рішень
  - Геоінформаційні системи (GIS). GIS дозволяють збирати, аналізувати та візуалізувати просторові дані про ліси, що поліпшує розуміння ландшафтів та допомагає в прийнятті обґрунтованих рішень. Наприклад, застосування GIS у Фінляндії сприяло підвищенню точності лісозаготівель та ефективності управління лісовими ресурсами.

- Системи підтримки прийняття рішень (DSS). DSS інтегрують різноманітні дані, включаючи економічні, екологічні та соціальні показники, надаючи комплексний погляд на можливі наслідки рішень. Це дозволяє управлінцям краще зважувати ризики та можливості.
- Аналітика великих даних та штучний інтелект (ШІ). Використання великих даних та ШІ у лісовому господарстві відкриває можливості для прогнозування та оптимізації різних аспектів, від лісозаготівель до охорони природи. Наприклад, використання алгоритмів машинного навчання для аналізу змін у лісових покривах сприяє більш точному плануванню відновлення лісів.

Інноваційні методи, особливо ті, що базуються на технологіях GIS та ШІ, демонструють значне підвищення точності у прийнятті рішень порівняно з традиційними методами. Сучасні технології забезпечують вищу адаптивність до змінюваних умов та дозволяють оперативно реагувати на екологічні та ринкові зміни. Таб. 3.1 демонструє ключові відмінності між традиційними методами та цифровими технологіями в лісовому господарстві.

Таблиця 3.1

Порівняння технологій в лісовому господарстві

Критерій	**Традиційні методи**	**Цифрові технології**
Точність управління	Середня	Висока
Витрати	Високі	Знижені
Екологічний вплив	Значний	Мінімальний
Швидкість реагування	Повільна	Швидка
Доступність інформації	Обмежена	Широка
Гнучкість використання	Низька	Висока

Впровадження сучасних технологій вимагає значних початкових інвестицій та кваліфікованого персоналу. Також є потреба в спеціалістах, здатних аналізувати та правильно інтерпретувати великі обсяги даних.

Застосування ГІС та даних дистанційного зондування у Фінляндії призвело до підвищення точності ідентифікації лісових ресурсів та планування лісозаготівель. Згідно з дослідженням, використання цих технологій може знизити витрати на планування на 20-25%. Впровадження автоматизованих систем управління в лісовому господарстві Німеччини сприяло зменшенню часу на обробку даних та підвищенню точності прийняття рішень, знижуючи витрати на управління до 30%.

Використання великих даних для аналізу тенденцій та прогнозування змін у лісових екосистемах допомогло компаніям у Канаді оптимізувати лісозаготівлі та знизити вплив на довкілля. Інтеграція даних з різних джерел забезпечує більш точне прогнозування та планування. Використання ШІ для аналізу супутникових зображень у Швеції підвищило ефективність моніторингу стану лісів, забезпечуючи раннє виявлення проблем, таких як шкідники або хвороби. Використання аналітики великих даних дозволяє прогнозувати тенденції розвитку лісових ресурсів, зміни клімату та ринкових умов. Наприклад, за даними дослідження в США, інтеграція великих даних у прогнозування допомогла знизити помилки у плануванні лісозаготівель на 25%. Аналітика великих даних може оптимізувати використання ресурсів, знижуючи витрати та мінімізуючи вплив на довкілля. Застосування передових аналітичних інструментів у Європейських країнах показало зниження витрат на управління лісовими ресурсами на 20%.

ШІ забезпечує більш ефективний моніторинг лісів, виявлення шкідників та захворювань. Використання ШІ у лісовому господарстві Австралії дозволило підвищити точність виявлення шкідників на 30%. ШІ може автоматизувати ряд рішень, особливо тих, що пов'язані з рутинними задачами та аналізом великих обсягів даних, підвищуючи ефективність процесів у лісовому господарстві.Використання великих даних та ШІ підвищує ефективність

процесів прийняття рішень, забезпечуючи більш швидке та точне реагування на зміни. Інтеграція цифрових технологій сприяє зниженню витрат та підвищенню продуктивності. Автоматизація процесів і аналітика даних дозволяють зменшити час та ресурси, необхідні для прийняття рішень та покращити управління ресурсами. Цифрові технології допомагають забезпечувати стале використання лісових ресурсів, підвищуючи екологічну стійкість та знижуючи негативний вплив на довкілля. Стратегічне планування в лісовому господарстві вимагає інтеграції різноманітних аспектів - від екологічних та соціальних до економічних. Наприклад, стратегічне планування в лісовому господарстві Швеції охоплює довгострокові цілі сталого розвитку, враховуючи зміни клімату та ринкові потреби. Встановлення чітких цілей та вимірювання результатів дозволяє краще оцінювати ефективність прийнятих рішень. Застосування методологій управління за цілями в лісовому господарстві Канади сприяло підвищенню продуктивності та сталості.

Інтеграція аналітики великих даних у стратегічне планування дозволяє лісогосподарським компаніям прогнозувати майбутні тенденції, адаптуватися до змін умов та ефективно реагувати на виклики. Застосування точних даних та аналітики підвищує точність стратегічних рішень та ефективність управління. Наприклад, використання ГІС та аналітики великих даних в лісовому господарстві Фінляндії забезпечило більш точне планування відновлення лісів та управління лісозаготівлями.

Стратегічне планування, яке інтегрує сучасні дані та технології, дозволяє лісогосподарським підприємствам бути більш гнучкими та адаптивними до змін. Розвиток компетенцій у сфері аналітики даних та стратегічного планування є ключовим викликом для багатьох лісогосподарських підприємств, оскільки це вимагає інвестицій у навчання та технології.

Сучасний процес прийняття рішень у лісовому господарстві вимагає інтегрованого підходу, який поєднує емпіричні знання з аналітикою великих даних та інноваційними технологіями, такими як ШІ та GIS. Використання сучасних технологій забезпечує вищу точність та ефективність прийняття

рішень, дозволяючи швидше реагувати на зміни в умовах господарювання та довкілля. Стратегічне планування, що базується на даних та аналітиці, дозволяє лісогосподарським компаніям бути більш гнучкими та адаптивними до змін.

Необхідно інвестувати в розвиток цифрової інфраструктури, включаючи системи обробки великих даних та ШІ, для підвищення ефективності процесу прийняття рішень. Важливо зосередити увагу на розвитку аналітичних навичок серед персоналу, щоб забезпечити ефективне використання даних та технологій у прийнятті рішень. Сприяння міжсекторальному співробітництву та партнерствам з технологічними компаніями та науковими інституціями може прискорити інтеграцію інновацій та обмін знаннями. Важливо застосовувати гнучкі та адаптивні стратегічні плани, що можуть швидко реагувати на зміни у зовнішніх та внутрішніх умовах господарювання.

Висновки до розділу 3

1. Стратегічне значення діджиталізації: Діджиталізація лісового господарства відіграє ключову роль у стимулюванні економічного зростання та екологічної стійкості.
2. Інноваційні технології: Впровадження ГІС, дистанційного зондування, ШІ, та великих даних забезпечує значне підвищення ефективності та точності управління лісовими ресурсами.
3. Економічний вплив: Цифрові технології сприяють економічному розвитку, відкриваючи нові ринки та покращуючи конкурентоспроможність лісової продукції.
4. Екологічна стійкість: Цифровізація допомагає забезпечити стале використання лісових ресурсів, зменшуючи негативний вплив на довкілля.
5. Соціальна відповідальність: Покращення умов життя місцевих громад через залучення в процеси управління та використання технологій.
6. Адаптивність та гнучкість: Інтеграція сучасних технологій дозволяє швидше адаптуватися до змін умов та потреб ринку.
7. Інвестиції та розвиток: Необхідність залучення інвестицій для розвитку цифрової інфраструктури та навчання персоналу.

8. Міжсекторальна співпраця: Важливість співпраці між різними галузями та міжнародних партнерств для обміну знаннями та кращими практиками.
9. Стратегічне планування: Необхідність розробки гнучких стратегічних планів, що базуються на даних та аналітиці для ефективного прийняття рішень.
10. Виклики та перспективи: Ідентифікація та розробка стратегій для подолання викликів, пов'язаних з цифровою трансформацією лісового господарства.

ВИСНОВКИ

Дипломна робота на тему "Еколого-економічна ефективність функціонування лісового господарства на засадах діджиталізації" глибоко аналізує трансформацію лісового господарства в Україні через інтеграцію цифрових технологій. Ця робота виявила ключову роль діджиталізації у вирішенні економічних та екологічних викликів, з якими стикається сектор, і вказує на потенціал для підвищення його стійкості та продуктивності.

Перший розділ розкриває важливість цифрових інновацій для розширення можливостей лісового господарства, включаючи підвищення ефективності управління, оптимізацію виробничих процесів та забезпечення сталого використання ресурсів. Дослідження підкреслює, що інвестиції в цифрові технології, хоча й вимагають початкових витрат, проте обіцяють значні довгострокові переваги.

Другий розділ представляє аналіз діяльності "Самбірського лісового господарства", висвітлюючи як цифровізація може впливати на різні аспекти сталого лісокористування. Через порівняльний аналіз показників, було виявлено позитивні тенденції, такі як зменшення площ ушкоджених лісів і покращення умов праці, що свідчить про ефективність інтеграції цифрових рішень.

Третій розділ розглядає стратегічне значення та широкий спектр застосування цифрових технологій у лісовому господарстві, наголошуючи на їх

здатності сприяти економічному розвитку, підвищувати екологічну стійкість та зміцнювати соціальну відповідальність. Акцентується на необхідності міжсекторальної співпраці та стратегічного планування для подолання викликів, пов'язаних з цифровою трансформацією.

Узагальнюючи, діджиталізація лісового господарства представляє собою стратегічний напрямок, який відкриває нові горизонти для підвищення його ефективності та стійкості. Розвиток цифрових технологій та їх інтеграція в лісове господарство не тільки сприяють зростанню економічних показників та екологічній безпеці, але й відкривають нові можливості для розвитку галузі у відповідності до принципів сталого розвитку. Однак для досягнення цих цілей потрібно вирішити ряд існуючих викликів, що вимагає злагодженої роботи усіх зацікавлених сторін та ефективного використання наявних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ярова І.Є. "Організаційно-економічні засади екологізації управління лісовим господарством." Механізм регулювання економіки, № 3, Т. 1 (2010): 227-237.
2. Мельник Т.Ю., Глод Ю.В. "Напрямки цифровізації лісової галузі України." Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. Наукова публікація розроблена в рамках проєкту Erasmus+ "Діджиталізація економіки як елемент сталого розвитку України та Таджикистану (DigEco)."
3. Карпук А. І., Голян В. А., Буценко Р. А. "Відтворення основного капіталу лісового господарства в умовах цифровізації, євроінтеграції та децентралізації: еколого-економічні аспекти." БІЗНЕСІНФОРМ № 5 (2023).
4. Barteková Eva, Börkey Peter. "Digitalisation for the transition to a resource efficient and circular economy." OECD Environment Working Papers, No. 192 (2022), OECD Publishing, Paris.
5. Коморна О. М. "Оцінка сучасного стану та ефективності використання екосистемних функцій в лісовому господарстві України." Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка", № 8 (2021)."Організаційно-економічні засади еколоогізації".
6. Скрипчук П. М. "Менеджмент якості довкілля." Рівне: НУВГП, 2006, 350 с.
7. Федулова Л. І., ред. "Сучасні концепції менеджменту." Київ: Центр навчальної літератури, 2007, 536 с.
8. Ілляшенко С. М., Прокопенко О. В. "Екологічний маркетинг." Економіка України, № 12 (2003): 56–61.
9. Садченко О. В. "Принципи і концепції маркетингу." Одеса: Астропринт, 2002, 400 с.
10. Ковалишин Р. В. "Екологічна сертифікація лісів: світовий та вітчизняний досвід." Регіональна економіка, № 3 (2002): 197–203.
11. Болоховець Ю. "Лісова галузь: як реформа долає кризу." Економічна правда, 08.03.2023. URL: https://www.epravda.com.ua/columns/2023/03/8/697775/.
12. Грицайчук В. П. "Стратегія розвитку потенціалу лісового комплексу України." Автореф. дис. канд. екон. наук, Харків, 2008, 24 с.
13. Данилишин Б. М. "Наукові нариси з економіки природокористування." Київ: РВПС України НАН України, 2008, 280 с.

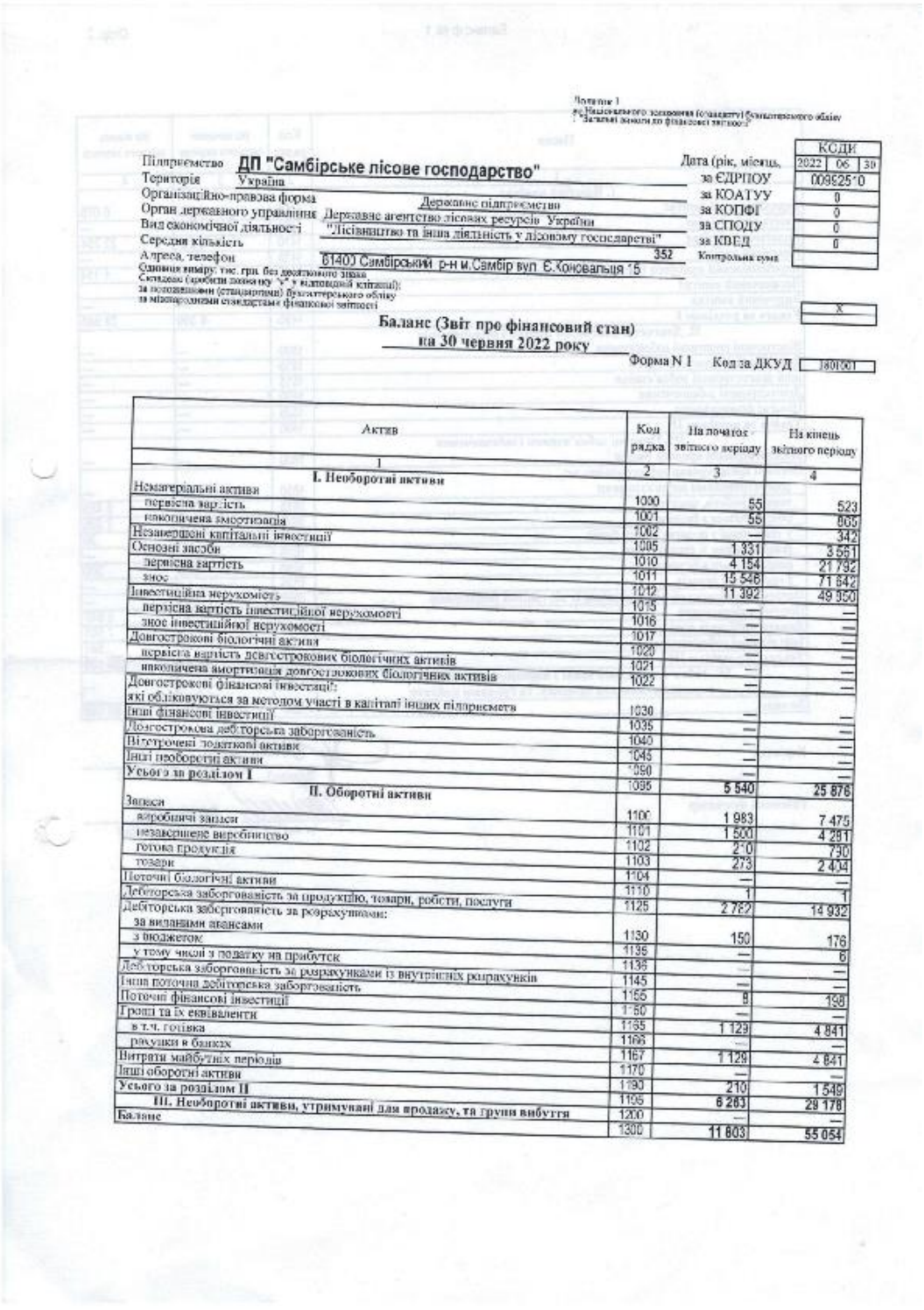
14. Дзюбенко О. М. "Формування інвестиційно-інноваційної стратегії розвитку лісового господарства." Інвестиції: практика та досвід, № 23 (2017): 49–58. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/23_2017/11.pdf.
15. Дяченко М. І., Жмуденко В. О., Чукіна І. В. "Обґрунтування пріоритетів стратегічного розвитку лісового господарства." Економіка та суспільство, Вип. 24 (2021). DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-24-25.
16. Кватирко О. М. "Еколого-економічні засади формування механізмів використання конкурентних переваг лісового сектору регіону." Агросвіт, № 18 (2021): 62–72. DOI: 10.32702/2306-6792.2021.18.62.
17. Мединська Н. В. "Формування економічного механізму природокористування в умовах нової глобальної природоохоронної архітектоніки." Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Економіка і менеджмент», Вип. 1 (2021): 44–50. DOI: https://doi.org/10.32845/bsnau.2021.1.7.
18. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 1777-р "Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року" від 29.12.2021. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-p#Text.
19. Дребот О.І., Шершун М.Х., Шкуратов О.І. "Збалансований розвиток лісового сектору економіки в контексті європейської інтеграції України." Київ: Аграрна наука, 2014, 317 с.
20. Офіційний веб-сайт Державного агентства лісових ресурсів України. "Загальна характеристика лісів України." URL: https://forest.gov.ua/.
21. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. "Сільське, лісове та рибне господарство." URL: http://www.ukrstat.gov.ua.
22. Шкуратов О.І. "Оцінка конкурентного потенціалу лісогосподарських підприємств." Науковий вісник НЛТУ України, Вип. 23.03 (2013): 309–314.
23. "Статистичний щорічник України за 2015 рік." Київ: Держстат, 2016, 598 с.
24. Фурдичко О.І. "Агроекологія." Київ: Аграрна наука, 2014, 400 с.
25. Kimmins J.P. "Forest ecology. A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics in Forestry." Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2003, 720 p.
26. Марчук Ю.М. "Фінансово-економічний механізм лісогосподарювання стимулюючого типу: завдання, функції та методи." Агросвіт, № 23 (2019): 25–31.
27. Олійник Є.М. "Лісогосподарська діяльність в Україні. Аналітичне дослідження." Київ: ГС «Біоенергетична асоціація України», 2019, 38 с.
28. Shkuratov O., Chudovska V. "Methodical approach to assessment of risk of environmental safety in the agricultural economy sector." AgroLife Scientific Journal, Vol. 8 (2019): 142–149.

29. Feng, Y., & Audy, J.-F. (2020). Forestry 4.0: a framework for the forest supply chain toward Industry 4.0. Gestão & Produção, 27(4), e5677. https://doi.org/10.1590/0104-530X5677-20
30. Функції Excel (за категоріями) [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://support.office.com/uk-ua/article/Функції-excel-за-категоріями-5f91f4e9-7b42-46d2-9bd1-63f26a86c0eb
31. Філія "Самбірське лісове господарство" ДСГП "Ліси України". – Режим доступу: https://sambirlis.lviv.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=30

ДОДАТКИ

Додаток А

Звіт про фінансовий стан (баланс) підприємства



Додаток 1
до Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку
"Загальні вимоги до фінансової звітності"

			КОДИ
Підприємство	ДП "Самбірське лісове господарство"	Дата (рік, місяць,	2022 06 30
Територія	Україна	за ЄДРПОУ	00992570
Організаційно-правова форма	Державне підприємство	за КОАТУУ	0
Орган державного управління	Державне агентство лісових ресурсів України	за КОПФГ	0
Вид економічної діяльності	"Лісівництво та інша діяльність у лісовому господарстві"	за СПОДУ	0
Середня кількість	352	за КВЕД	0
Адреса, телефон	81400 Самбірський р-н м.Самбір вул Є.Коновальця 15	Контрольна сума	

Одиниця виміру: тис. грн. без десяткового знака
Складено (зробити позначку "Х" в належній клітинці):
за положеннями (стандартами) бухгалтерського обліку
за міжнародними стандартами фінансової звітності — X

Баланс (Звіт про фінансовий стан)
на 30 червня 2022 року

Форма N 1 Код за ДКУД 1801001

Актив	Код рядка	На початок звітного періоду	На кінець звітного періоду
1	2	3	4
I. Необоротні активи			
Нематеріальні активи			
первісна вартість	1000	55	523
накопичена амортизація	1001	55	865
Незавершені капітальні інвестиції	1002	—	342
Основні засоби	1005	1 331	3 561
первісна вартість	1010	4 154	21 792
знос	1011	15 546	71 642
Інвестиційна нерухомість	1012	11 392	49 350
первісна вартість інвестиційної нерухомості	1015	—	—
знос інвестиційної нерухомості	1016	—	—
Довгострокові біологічні активи	1017	—	—
первісна вартість довгострокових біологічних активів	1020	—	—
накопичена амортизація довгострокових біологічних активів	1021	—	—
Довгострокові фінансові інвестиції:	1022	—	—
які обліковуються за методом участі в капіталі інших підприємств	1030	—	—
інші фінансові інвестиції	1035	—	—
Довгострокова дебіторська заборгованість	1040	—	—
Відстрочені податкові активи	1045	—	—
Інші необоротні активи	1090	—	—
Усього за розділом I	1095	5 540	25 876
II. Оборотні активи			
Запаси	1100	1 983	7 475
виробничі запаси	1101	1 500	4 281
незавершене виробництво	1102	210	790
готова продукція	1103	273	2 404
товари	1104	—	—
Поточні біологічні активи	1110	1	1
Дебіторська заборгованість за продукцію, товари, роботи, послуги	1125	2 762	14 932
Дебіторська заборгованість за розрахунками:			
за виданими авансами	1130	150	176
з бюджетом	1135	—	6
у тому числі з податку на прибуток	1136	—	—
Дебіторська заборгованість за розрахунками із внутрішніх розрахунків	1145	—	—
Інша поточна дебіторська заборгованість	1155	8	198
Поточні фінансові інвестиції	1160	—	—
Гроші та їх еквіваленти	1165	1 129	4 841
в т.ч. готівка	1166	—	—
рахунки в банках	1167	1 129	4 841
Витрати майбутніх періодів	1170	—	—
Інші оборотні активи	1190	210	1 549
Усього за розділом II	1195	6 263	29 178
III. Необоротні активи, утримувані для продажу, та групи вибуття	1200	—	—
Баланс	1300	11 803	55 054

Пасив	Код рядка	На початок звітного періоду	На кінець звітного періоду
1	2	3	4
I. Власний капітал			
Зареєстрований капітал	1400	1 104	6 078
Капітал у дооцінках	1405	—	—
Додатковий капітал	1410	5 286	22 754
Резервний капітал	1415	—	—
Нерозподілений прибуток (непокритий збиток)	1420	—	1 114
Неоплачений капітал	1425	—	
Вилучений капітал	1430	—	—
Усього за розділом I	1495	6 390	29 946
II. Довгострокові зобов'язання і забезпечення			
Відстрочені податкові зобов'язання	1500	—	—
Довгострокові кредити банків	1510	—	—
Інші довгострокові зобов'язання	1515	—	—
Довгострокові забезпечення	1520	—	—
Цільове фінансування	1525	—	—
Усього за розділом II	1595	—	—
III. Поточні зобов'язання і забезпечення			
Короткострокові кредити банків	1600	—	—
Поточна кредиторська заборгованість за:			
довгостроковими зобов'язаннями	1610	—	—
товари, роботи, послуги	1615	1 368	8 483
розрахунками з бюджетом	1620	3 278	2 036
у тому числі з податку на прибуток	1621	226	30
розрахунками зі страхування	1625	133	—
розрахунками з оплати праці	1630	586	300
з одержаних авансів	1635	—	—
Поточна кредиторська заборгованість із внутрішніх розрахунків	1645	—	—
Поточні забезпечення	1660	—	6 647
Доходи майбутніх періодів	1665	—	7 061
Інші поточні зобов'язання	1690	48	581
Усього за розділом III	1695	5 413	25 108
IV. Зобов'язання, пов'язані з необоротними активами, утримуваними для продажу, та групами вибуття	1700	—	—
Баланс	1900	11 803	55 054

Керівник (підпис) Ярема І. І. (прізвище, ініціали)

Головний бухгалтер (підпис) Береська Л. М. (прізвище, ініціали)

Додаток Б

Зразок анкети

для експертного оцінювання індикаторів

(практиками л.-г. та науковими працівниками)

АНКЕТА

Шановний респонденте!

Доброго дня! Мене звати_____. Я проводжу соціально-економічне дослідження на тему ***«Ставлення фахівців лісового господарства до критеріїв та індикаторів сталого розвитку і необхідність затвердження даних показників на рівні конкретного підприємства*** (в даному випадку – Державного підприємства «Ратнівське лісомисливське господарство»)». Опитування проводиться з метою з'ясування нагальних проблем розвитку лісового господарства та вибір найбільш доцільних індикаторів сталого лісокористування. Для нас дуже важлива думка кожного фахівця в галузі лісового господарства, тому ми і звертаємось до Вас. Сподіваємося отримати інформацію про проблеми, які є актуальними для Вашого підприємства.

Матеріали опитування будуть використовуватися у наукових дослідженнях лише в узагальненому вигляді, що забезпечує конфіденційність отриманої від Вас інформації.

Ви не заперечуєте взяти участь у цьому опитуванні? Тоді дозвольте розпочати.

1. Як ви оцінюєте сучасний стан лісового господарства в Україні?
1. добрий
2. задовільний;
3. незадовільний;
4. Ваша відповідь:

_____
_____
_____

2. Чи знайоме Вам поняття «стале лісокористування»?
1. так;

2. ні;
3. знайоме, але точно не можу дати йому визначення.

3. На Вашу думку чи є ефективними усталені підходи до процесу лісокористування на рівні Вашого підприємства?
1. так, ефективні;
2. ні, вони потребують змін та вдосконалення;
3. Ваша відповідь_____

_____

_____

4. Чи знайомі Ви з основними міжнародними процесами, угодами та стандартами щодо критеріїв та індикаторів сталого управління лісами?
1. Так, знайомий;
2. Не маю уявлення про що йде мова;
3. Частково знайомий, про те не знаю їх суті та змісту.

5. Оцініть за п'ятибальною (5 балів – дуже добрий, 1 бал – поганий) шкалою рівень управління лісовим господарством на Вашому підприємстві.
   1. 5 балів;
   2. 4 бали;
   3. 3 бали;
   4. 2 бали;
   5. 1 бал.
6. Чи доцільно ширше використовувати європейський досвід ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку в діяльності Вашого підприємства ?
   1. Так, ми повинні використовувати кращі методи ведення лісового господарства з досвіду закордонних колег;
   2. Ми маємо власний досвід ведення лісового господарства, якого достатньо для нашого підприємства;
   3. Ваша відповідь_____

      _____

      _____

7. Як вважаєте Ви, що на підприємстві доцільно запровадити систему критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства?
   1. Так, це дало б позитивні зрушення;
   2. Ні, в цьому немає необхідності, нас влаштовує чинна система показників;
   3. Ваша відповідь _____

      _____

      _____

8. Дайте експертну оцінку наведеним нижче індикаторам (які є найбільш актуальними для Вашого підприємства).

Доречність застосування, практичність і важливість індикатора оцінюється як **висока, середня чи низька,** а потенційний вплив як **критично важливий** (у розумінні вирішальний), **активний** (тобто значний), **пасивний** (тобто залежний від багатьох інших чинників) чи **нестійкий. (графи немає?)**

Критерій	**№ п/п**	**Індикатор**	**Доречність застосування**	**Практичність**	**Важливість**
C1	1	Врахування принципів сталого управління у веденні лісового господарством			
C1	2	Оцінка планів ведення лісового господарства			
C1	3	Моніторинг лісових ресурсів			
C1	4	Картографування лісових ресурсів			
C1	5	Управління лісовими ресурсами			
C1	6	Планування лісозаготівель і період обороту рубки			
C1	7	Запас деревостану і його зміни			
C1	8	Співвідношення приросту насаджень і обсягу лісозаготівель			
C2	9	Породний склад насаджень			
C2	10	Використання відповідних деревних порід			
C2	11	Використання методів удобрювання ґрунту			
C2	12	Запобігання утворенню відходів			
C2	13	Кількість пошкодженої деревини			
C2	14	Використання гербіцидів та пестицидів			

C2	15	Біологічні методи захисту насаджень			
C2	16	Пошкодження стовбурів дерев при проведенні рубок			
C2	17	Пошкодження кори дерев комахами-шкідниками			
C2	18	Вплив випасу худоби			
C3	19	Методи ведення лісового господарства, що викликають збіднення ґрунтів			
C3	20	Комплексне використання лісових ресурсів			
C3	21	Чиста теперішня вартість			
C3	22	Дохід від деревної продукції			
C3	23	Недеревна продукція і послуги			
	24	Доступ до лісу через лісові дороги			
C3	25	Створення трелювльних волоків			
C4	26	Облаштування дренажних систем			
C4	27	Кількість природного поновлення			
C4	28	Використання місцевого лісосадивного матеріалу			
C4	29	Вертикальна структура насаджень			
C4	30	Кількість старих дерев у насадженні			
C4	31	Частка деревних відходів у лісозаготівлі			
C4	32	Врахування ключових екосистем в сталому лісовому менеджменті			
C4	33	Врахування рідкісних видів дерев і чагарників в сталому лісовому			

		менеджменті			
С4	34	Пошкодження природного поновлення			
С5	35	Використання методів підготовки ґрунту			
С5	36	Якість лісової інфраструктури			
С6	37	Навчання персоналу в галузі сталого лісокористування			
С6	38	Умови безпеки праці			
С6	39	Готовність до співпраці у колективі			
С6	40	Врахування конкретних особливостей ділянок у лісокористуванні			
С6	41	Використання традиційних методів ведення лісового господарства			
С6	42	Вагомість місцевих кадрів лісового господарства для зайнятості на регіональному рівні			
С6	43	Належне правове регулювання			

Загальна інформація про респондента

9. **Ваша стать:**
   1. Чоловік;
   2. Жінка.

10. Ваш вік
   1. Від 20 до 35 років;
   2. Від 35 до 45 років;
   3. Від 45 до 65 років;
   4. Від 65 років і більше.

11. Ваша освіта:
   1. Середня;
   2. Середня спеціальна;
   3. Незакінчена вища;

4. Вища.

12. Чи маєте Ви лісотехнічну освіту?

1. Так; 2. Ні.

13. **Посада, яку ви займаєте :**

a. Лісник
b. Майстер лісу;
c. Лісничий;
d. Інженер лісового господарства
e. Головний лісничий
f. Директор лісгоспу
g. Працівник обласного управління лісового господарства
h. Науковий працівник
i. Інша посада _____

14. Стаж роботи у лісовому господарстві

a. До 3 років
b. Від 3 до 5 років
c. Від 6-до 10 років
d. Від 11-до 25 років
e. Більше 25 років

15. Місце проживання:

1. Село; 2. Селище міського типу; 3. Місто.

16. В якій області Ви мешкаєте? *(виберіть <u>один варіант</u> із запропонованих відповідей)* **?**

1. Львівська;
2. Івано-Франківська;
3. Закарпатська;
4. Волинська;
5. Рівненська;

17. Середньомісячний розмір Вашого доходу:

1. До 4000 грн.;
2. Від 4000 до 8000 грн.;
3. Від 8000 до 10000 грн.;
4. Від 10000 до 12000 грн.;
5. Від 12000 до 15000 грн.;
6. Понад 15000 грн.

Щиро вдячні Вам за співпрацю!

Маємо надію, що і надалі зможемо розраховувати на Ваші поради та пропозиції.

Додаток В

Матриця балів оцінки експертами індикаторів сталого ведення лісового господарства

Критерій	Індикатори	Експерти																				Середнє значення	Індикатор згідно відносної важливості
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
С1	1	52	82	58	86	52	80	73	86	73	77	75	82	98	94	76	79	84	91	94	54	**77,300**	**9**
	2	80	67	40	92	72	67	85	58	69	54	83	77	91	92	81	72	89	96	81	69	**75,750**	**11**
	3	90	100	95	82	70	95	86	77	76	86	85	83	95	93	91	85	88	95	76	88	**86,800**	**2**
	4	83	58	63	85	76	53	76	61	81	40	87	80	82	72	83	52	93	88	85	62	**73,000**	**17**
	5	78	95	40	90	68	86	75	83	77	82	77	73	96	95	82	86	97	98	73	85	**81,800**	**5**
	6	52	83	58	78	67	49	92	88	71	71	78	82	75	74	82	54	89	96	56	88	**74,150**	**16**
	7	78	95	40	80	72	75	86	88	92	88	82	75	78	77	79	76	85	94	73	85	**79,900**	**8**
	8	95	50	53	70	54	78	94	85	77	55	76	87	84	54	83	34	43	99	95	63	**71,450**	**19**
С2	9	80	48	63	83	71	56	83	87	49	22	73	81	75	33	87	72	86	95	84	44	**68,600**	**26**
	10	68	50	87	66	58	76	88	85	44	34	73	74	83	47	76	78	84	88	73	51	**69,150**	**24**
	11	28	80	20	35	53	66	32	58	24	81	42	71	38	73	49	79	52	33	30	52	**49,800**	**41**

	12	65	93	43	86	58	49	59	85	47	85	60	70	68	79	28	93	84	37	66	84	**66,950**	**27**
	13	82	87	50	73	55	83	64	69	45	73	47	65	68	77	54	84	64	35	60	91	**66,300**	**29**
	14	58	60	93	59	33	79	29	66	43	40	45	52	12	36	28	33	47	20	60	44	**46,850**	**43**
	15	60	83	40	77	56	93	55	84	45	73	68	70	70	81	70	85	86	53	51	73	**68,650**	**25**
	16	67	82	72	82	78	78	35	58	59	70	54	51	48	69	49	65	57	52	63	76	**63,250**	**32**
	17	78	95	70	76	59	70	84	86	64	82	66	46	74	86	25	47	53	57	69	50	**66,850**	**28**
	18	81	40	47	67	40	67	28	34	38	37	30	44	75	20	36	54	53	42	72	47	**47,600**	**42**
C3	19	65	92	65	68	32	52	56	87	38	89	29	57	61	82	60	78	80	55	61	90	**64,850**	**31**
	20	38	95	90	85	77	93	57	87	42	83	72	83	70	92	82	89	93	64	29	94	**75,750**	**12**
	21	50	100	57	85	85	77	63	91	69	95	73	69	68	88	77	78	68	65	46	86	**74,500**	**14**
	22	48	100	63	86	83	87	68	82	63	79	80	69	70	78	70	83	75	65	44	95	**74,400**	**15**
	23	40	65	25	56	45	71	77	86	50	55	65	56	66	70	58	80	88	67	34	70	**61,200**	**36**
	24	79	95	53	95	88	70	86	86	30	76	69	78	68	91	63	93	78	85	71	86	**77,000**	**10**
	25	70	72	85	64	60	59	90	84	48	65	60	85	55	75	52	82	32	64	58	53	**65,650**	**30**
C4	26	78	58	77	61	39	69	32	63	26	46	43	65	44	45	9	80	43	0	71	56	**50,250**	**40**
	27	85	77	88	87	85	97	76	85	64	67	76	94	85	76	92	95	88	68	80	96	**83,050**	**3**

	28	77	32	77	49	71	74	81	56	70	22	50	62	75	28	55	60	91	89	80	66	**63,250**	**33**
	29	60	77	68	85	67	52	30	57	28	64	57	55	94	63	24	81	63	87	59	57	**61,400**	**35**
	30	55	67	68	56	37	47	64	78	43	51	69	48	76	68	57	61	84	66	66	47	**60,400**	**37**
	31	76	47	25	77	52	77	83	32	32	40	54	63	75	55	32	71	82	69	78	71	**59,550**	**38**
	32	85	90	48	78	60	78	78	88	40	88	72	60	89	96	36	86	83	92	76	84	**75,350**	**13**
	33	83	67	77	85	77	85	72	85	40	59	70	79	87	58	11	89	63	40	80	82	**69,450**	**22**
	34	87	87	95	91	75	93	37	84	90	74	77	84	77	82	63	97	73	95	76	84	**81,050**	**6**
C5	35	40	85	53	57	46	70	59	62	37	88	55	56	83	78	60	53	53	30	31	87	**59,150**	**39**
	36	53	95	0	79	87	85	75	80	69	86	73	67	86	69	53	90	45	93	54	90	**71,450**	**20**
C6	37	80	90	67	90	90	90	78	91	62	85	72	67	98	100	76	95	44	96	71	96	**81,900**	**4**
	38	70	100	57	100	85	60	83	88	58	84	87	62	93	99	67	99	57	98	61	99	**80,350**	**7**
	39	70	83	61	72	58	50	81	81	77	76	55	66	76	53	35	96	82	95	59	63	**69,450**	**23**
	40	67	70	51	68	66	80	64	64	50	56	73	64	87	69	79	98	88	86	63	67	**70,500**	**21**
	41	50	85	66	50	54	81	91	33	37	83	58	92	33	42	54	56	93	82	64	58	**63,100**	**34**
	42	60	92	72	72	51	77	87	80	56	85	56	69	87	63	44	94	95	96	52	47	**71,750**	**18**
	43	68	95	85	94	95	86	87	83	63	89	78	95	97	98	63	96	98	95	92	93	**87,500**	**1**

Додаток В

Матриця рангів, присвоєних експертами індикаторам сталого ведення лісового господарства

Критерій	Індикатори	Експерти																				Σ рангів	Середній ранг
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
С1	1	21	9	16	8	24	10	16	4	6	11	10	8	1	6	9	17	10	8	2	26	**222**	**11,1**
	2	8	14	23	4	11	20	8	18	9	23	3	13	7	8	6	20	6	3	6	18	**228**	**11,4**
	3	2	1	1	11	13	2	7	11	5	4	2	7	4	7	2	11	7	4	9	8	**118**	**5,9**
	4	5	17	14	9	9	25	14	17	3	26	1	10	14	21	4	28	4	10	4	22	**257**	**12,85**
	5	10	2	23	6	14	6	15	7	4	8	8	16	3	5	5	10	2	2	10	11	**167**	**8,35**
	6	21	8	16	14	15	28	2	2	7	15	6	8	17	19	5	26	6	3	21	8	**247**	**12,35**
	7	10	2	23	12	11	15	7	2	1	3	4	14	14	16	7	19	9	5	10	11	**195**	**9,75**
	8	1	18	18	19	22	12	1	5	4	22	9	4	12	28	4	30	26	1	1	21	**258**	**12,9**
С2	9	8	19	14	10	12	24	10	3	17	29	11	9	17	34	3	20	8	4	5	32	**289**	**14,45**
	10	14	18	5	22	19	14	5	5	21	28	11	15	13	30	9	18	10	10	10	29	**306**	**15,3**
	11	26	10	25	30	23	21	27	18	31	9	28	17	25	20	20	17	22	29	29	28	**455**	**22,75**

	12	16	3	22	8	19	28	21	5	19	5	18	18	19	14	25	7	10	27	14	12	**310**	**15,5**
	13	6	6	20	17	21	8	19	12	20	14	25	22	19	16	17	12	18	28	18	6	**324**	**16,2**
	14	18	16	2	25	31	11	29	13	22	26	26	30	27	33	25	31	23	31	18	32	**469**	**23,45**
	15	17	8	23	15	20	3	24	6	20	14	15	18	18	13	10	11	8	23	24	15	**305**	**15,25**
	16	15	9	8	11	7	12	26	18	13	16	23	31	23	23	20	22	20	24	16	14	**351**	**17,55**
	17	10	2	9	16	18	18	9	4	10	8	16	33	18	11	26	29	21	21	13	30	**322**	**16,1**
	18	7	20	22	21	28	20	30	21	25	27	29	34	17	36	22	26	21	25	11	31	**473**	**23,65**
C3	19	16	4	13	20	32	26	23	3	25	2	30	27	21	12	13	18	13	22	17	7	**344**	**17,2**
	20	25	2	3	9	8	3	22	3	23	7	12	7	18	8	5	9	4	20	30	4	**222**	**11,1**
	21	22	1	17	9	5	13	20	1	9	1	11	19	19	10	8	18	17	19	25	10	**254**	**12,7**
	22	23	1	14	8	6	5	18	8	11	10	5	19	18	15	10	13	15	19	26	3	**247**	**12,35**
	23	24	15	24	27	27	17	13	4	16	21	17	28	20	22	14	16	7	17	27	17	**373**	**18,65**
	24	9	2	18	2	3	18	7	4	28	12	14	12	19	9	12	7	14	13	12	10	**225**	**11,25**
	25	13	12	6	23	17	23	4	6	18	17	18	5	22	18	19	14	27	20	20	27	**329**	**16,45**
C4	26	10	17	7	24	29	19	27	15	30	25	27	22	24	31	29	16	26	32	12	25	**447**	**22,35**

	27	4	11	4	7	5	1	14	5	10	16	9	2	11	17	1	5	7	16	7	2	**154**	**7,7**
	28	11	21	7	29	12	16	11	20	8	29	24	25	17	35	16	24	5	9	7	20	**346**	**17,3**
	29	17	11	10	9	15	26	28	19	29	18	20	29	5	25	27	15	19	11	19	24	**376**	**18,8**
	30	19	14	10	27	30	29	19	10	22	24	14	32	16	24	15	23	10	18	14	31	**401**	**20,05**
	31	12	20	24	15	24	13	10	23	27	26	23	24	17	27	24	21	12	15	8	16	**381**	**19,05**
	32	4	5	21	14	17	12	12	2	24	3	12	26	8	4	22	10	11	7	9	12	**235**	**11,75**
	33	5	14	7	9	8	7	17	5	24	19	13	11	9	26	28	9	19	26	7	13	**276**	**13,8**
	34	3	6	1	5	10	3	25	6	2	13	8	6	15	12	12	3	16	4	9	12	**171**	**8,55**
C5	35	24	7	18	26	26	18	21	16	26	3	22	28	13	15	13	27	21	30	28	9	**391**	**19,55**
	36	20	2	26	13	4	7	15	9	9	4	11	20	10	23	18	8	24	6	22	7	**258**	**12,9**
C6	37	8	5	11	6	2	4	12	1	12	5	12	20	1	1	9	5	25	3	12	2	**156**	**7,8**
	38	13	1	17	1	5	22	10	2	14	6	1	35	6	2	11	1	20	2	17	1	**187**	**9,35**
	39	13	8	15	18	19	27	11	8	4	12	22	21	16	29	23	4	12	4	19	21	**306**	**15,3**
	40	15	13	19	20	16	10	19	14	16	20	11	23	9	23	7	2	7	12	16	19	**291**	**14,55**
	41	22	7	12	28	22	9	3	22	26	7	19	3	26	32	17	25	4	14	15	23	**336**	**16,8**

	42	17	4	8	18	25	13	6	9	15	5	21	19	9	25	21	6	3	3	23	31	**281**	**14,05**
	43	14	2	6	3	1	6	6	7	11	2	6	1	2	3	12	4	1	4	3	5	**99**	**4,95**

Додаток Г

Розрахункова таблиця для визначення коефіцієнта конкордації

№ з/п індикатора	S_j	d_j	d_j^2
1.	222	-65,95	4349,40
2.	228	-59,95	3594,00
3.	118	-169,95	28883,00
4.	257	-30,95	957,90
5.	167	-120,95	14628,90
6.	247	-40,95	1676,90
7.	195	-92,95	8639,70
8.	258	-29,95	897,00
9.	289	1,05	1,10
10.	306	18,05	325,80
11.	455	167,05	27905,70
12.	310	22,05	486,20
13.	324	36,05	1299,60
14.	469	181,05	32779,10
15.	305	17,05	290,70
16.	351	63,5	4032,25
17.	322	34,05	1159,40
18.	473	185,05	34243,50
19.	344	56,05	3141,60
20.	222	-65,95	4349,40
21.	254	-33,95	1152,60
22.	247	-40,95	1676,90
23.	373	85,05	7233,50

24.	225	-62,95	3962,70
25.	329	41,05	1685,10
26.	447	159,05	25296,90
27.	154	-133,95	17942,60
28.	346	58,05	3369,80
29.	376	88,05	7752,80
30.	401	113,05	12780,30
31.	381	93,05	8658,30
32.	235	-52,95	2803,70
33.	276	-11,95	142,80
34.	171	-116,95	13677,30
35.	391	103,05	10619,30
36.	258	-29,95	897,00
37.	156	-131,95	17410,80
38.	187	-100,95	10190,90
39.	306	18,05	325,80
40.	291	3,05	9,30
41.	336	48,05	2308,80
42.	281	-6,95	48,30
43.	99	-188,95	35702,10
Разом	**12382**	-	**359232**
Сер.знач.	**287,95**	-	-

Розрахуємо результати проміжних розрахунків, підставляючи в формулу коефіцієнта конкордації:

1. $$\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(4^3-4)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+$$
$$+(2^2-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^2-2)=$$
$$6+24+6+60+6+6+24+6+6+6+24+6=180$$

2. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(4^3-4)+(3^3-3)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^2-2)+(2^2-2)=$
$6+24+6+6+60+24+6+6+6+6+6+6+6=168$

3. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(4^3-4)+(2^3-2)+(3^3-3)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)=$
$6+60+6+24+24+6+6+6+6+6+24+6=180$

4. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (3^3-3)+(2^3-2)+(4^3-4)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2)=24+6+60+6+6+6+6+6+6=126$

5. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)=6+6+6+24+6+24+6+6=84$

6. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(3^3-3)+(3^3-3)+$
$+(2^2-2)+(3^3-3)+(2^3-2)=6+6+6+6+24+24+24+6+24+6=132$

7. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(3^3-3)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2)+(2^3-2)=6+6+6+6+24+6+24+6+6+6=96$

8. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(4^3-4)+(3^3-3)+(2^3-2)+(4^3-4)+(3^3-3)+(3^3-3)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2)=6+60+24+6+60+24+24+6+6=216$

9. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2)=6+24+6+6+6+6+6+6+6=72$

10. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)=6+24+6+6+6+6+6+6+6+6+6=84$

11.

$\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(5^3-5)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)=$
$6+6+6+120+24+6+6+6+6=186$

12. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2) =$

6+6+6+24+6+6+6=60

13. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(5^3-5)+(4^3-4)+(4^3-4) =$
$24+6+6+6+120+60+60=282$

14. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2) = 6+6+6+6+24+6 = 54$

15. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2) = 6+24+6+24+6+24+6+6+6+6+6 = 120$

16. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2) = 6+6+6+6+6+6+6+6+24+6+6 = 84$

17. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (3^3-3)+(2^3-2)+(4^3-4)+(2^3-2)+(4^3-4)+(2^3-2)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(3^3-3)+(2^3-2) = 24+6+60+6+60+6+6+6+24+6 = 204$

18.

$\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(4^3-4)+(5^3-5)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2) = 6+60+120+6+6+6 = 204$

19. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (3^3-3)+(3^3-3)+(3^3-3)+(3^3-3)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+$
$+(2^2-2)+(2^3-2) = 24+24+24+24+6+6+6+6+6 = 126$

20. $\sum_{i=1}^{m} T_i = (2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(2^3-2)+(3^3-3)+(2^3-2)+$
$+(3^2-3)+(2^3-2) = 6+6+6+6+6+24+6+24+6 = 90$

$\sum_{i=1}^{m} T_i = 2634$

$$K_{кон} = \frac{12\times 3592888}{20^2(43^3-43)-20\times 2634} = \frac{43114656}{400(79507-43)-52680} = \frac{43114656}{31732920} = 0{,}136$$