УДК 631.3(075.8)
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.1-58.46

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС – ІННОВАЦІЙНИЙ НАПРЯМ В АГРОНОМІЇ ТА ПЛАНТОНОМІЇ

Вигера С.М., Ключевич М.М., Можарівська І.А.
Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир
innamozharivska@gmail.com

Представлено основи організації і ведення агровиробництва з використанням прецизійних фітотехнологій і аспектів системи точного землеробства. Зазначено, що на сучасному етапі, виходячи із природоохоронних принципів для виробництва якісної та безпечної продукції, особливого обґрунтування заслуговує натуральне, біодинамічне, точне та інформаційне забезпечення, що мають кращі перспективи. Проаналізовано сучасні принципи функціонування та способи використання: цифрового інноваційного забезпечення в біоценології; принципи розвитку фітології та її фітопродуцентології; висвітлена природоохоронна ефективність технічного сервісу; розглянута теорія і практика ведення сталих фітоценозів в Україні. Коротко описано апаратно-програмне забезпечення виконання прецизійних фітотехнологій і методів їх реалізації, проаналізовані принципи впровадження прецизійних фітотехнологій, представлені природоохоронні аспекти застосування прецизійних фітотехнологій і ефективності їх використання. В основу поданої нової моделі поставлено завдання: створити спрощений пристрій для моніторингу біорізноманіття екосистем, з підвищеною точністю розпізнавання, ефективністю конструкції чутливого елементу та здешевленні приладу. Поставлена задача в дослідженнях досягнена через застосування приймальної системи, що включає системи технічного зору (цифрові кольорові фотоапарати, відеокамери та комп'ютер) та екрану з світло відбиваючого матеріалу, за допомогою якого підсилюється зображення видів біорізноманіття екосистем або ж площини самого фітоценозу тощо. Через безперервне відображення за допомогою відеокамери або фотоапарата біорізноманіття екосистем, що відбувається в даному просторі, здійснюється моніторинг біорізноманіття, його динаміки та в цілому стану екосистем. Тому, що для моніторингу біорізноманіття агроекосистем необхідно проводити наземні та надземні в просторі та часі спостереження за розвитком біорізноманіття екосистем. Досліджена і запропонована приймальна система за допомогою фотоапаратів або відеокамер дозволяє з високою точністю та швидкодією робити колірне зображення біорізноманіття екосистем за допомогою комп'ютера, а на цій основі приймати відповідне рішення. *Ключові слова:* фітоценоз, інновації, агрономічна освіта, метод технічного зору, агрономія, плантономія, класична фітопродуцентологія.

Technical service is an innovative area in agronomy and plant science. Vigera S., Kliuchevych M., Mozharivska I.
The article presents the basics of organisation and management of agricultural production using precision phytotechnologies and aspects of the precision farming system. It is noted that at the present stage, based on environmental principles for the production of high-quality and safe products, natural, biodynamic, precise and information support deserves special justification, which has better prospects. The article analyses the modern principles of functioning and ways of using: digital innovation support in biocenology; principles of development of phytology and its phytoproductology; environmental efficiency of technical service; theory and practice of sustainable phytocenoses in Ukraine. The article briefly describes the hardware and software of precision phytotechnologies and methods of their implementation, analyses the principles of implementation of precision phytotechnologies, presents environmental aspects of the application of precision phytotechnologies and the efficiency of their use. The new model is based on the following task: to create a simplified device for monitoring ecosystem biodiversity, with increased recognition accuracy, efficient design of the sensing element and reduced cost of the device. The research objective was achieved through the use of a receiving system that includes technical vision systems (digital colour cameras, video cameras and a computer) and a screen made of light-reflecting material, which enhances the image of ecosystem biodiversity species or the plane of the phytocoenosis itself, etc. Through the continuous display of ecosystem biodiversity occurring in a given space with a video camera or camera, biodiversity, its dynamics and the overall state of ecosystems are monitored. The reason is that to monitor the biodiversity of agroecosystems, it is necessary to conduct ground and above-ground observations of the development of ecosystem biodiversity in space and time. The studied and proposed receiving system using cameras or video cameras allows to make a colour image of ecosystem biodiversity with high accuracy and speed using a computer, and on this basis to make an appropriate decision. *Key words:* phytocoenosis, innovations, agronomic education, technical vision method, agronomy, plantonomy, classical phytoproductology.

Постановка проблеми. На сучасному етапі вкрай актуальним є зміна світогляду щодо формування та функціонування сталих екосистем фітоценозів в Україні. Адже рослинний світ є основним продуцентом в життєвих процесах органічного світу та людини розумної, забезпечуючи органічною речовиною та збалансованим повітрям на основі виділення кисню [1, 2].

Актуальність дослідження. Такий підхід є особливо актуальним наразі, коли на світовому рівні спостерігаються такі глобальні проблеми: глобальний голод, глобальне потепління, глобальні війни, глобальне знищення природи.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Наші обґрунтування засвідчують, що з метою вирішення цих глобальних проблем, вкрай необхідним є аргументована розробка: інноваційної методології формування сталих фітоценозів за принципом класичної фітопродуцентології; ефективних технологій, що

ґрунтуються на використанні економічного, експертного, цифрового та технічного сервісу; урахуванні природоохоронного принципу в життєвих процесах людини розумної та в контексті розвитку органічного світу [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами досліджень В. Аніскевича, Д. Г. Войтюка, С. М. Вигери, Н. І. Адамчука, Ф. М. Захаріна, С. О. Пономаренка, М. М. Ключевича встановленно, що моніторинг біорізноманіття агроекосистем доцільно проводити як наземні так і надземні спостереження в просторі та часі за розвитком біорізноманіття екосистем.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Передумовами вирішення загальних природоохоронних проблем сьогодення є впровадження інноваційних технологій на основі технічного сервісу, згідно яких культури вирощують не лише в межах поля, а також в принципово відмінних екосистемах, що забезпечує: суттєво менший вплив на довкілля, підвищення ефективності аграрного виробництва в рослинництві, зниження витрат на технічні засоби та їх обслуговування, покращення економіки вирощування та логістики щодо отриманого урожаю тощо.

Новизна. Обґрунтовано сучасний напрям ведення культурних фітоценозів в межах поля, що забезпечують фахівці з агрономії та доведено, що вони не повністю відповідають інноваційному світогляду, згідно якого культурні рослини вирощують також в умовах теплиць, гідропоніки, аеропоніки, вертикальних ферм, житлових приміщень, в космосі тощо, де принципово відмінне від поля живильне для рослин середовище.

Такі новітні способи вирощування культур здатні більш ефективно забезпечити фахівці з плантономії, де основна увага акцентується не на поле, а на вирощувану рослину в межах інших екосистем, в яких застосовують також принципово інший технічний сервіс, за рахунок використання новітніх технічних засобів, зокрема і методу технічного зору, що дозволяє практично безперервно спостерігати за динамікою розвитку рослин.

Загальнонаукове значення. Сучасний науково-технічний процес засвідчує, що без використання ефективного технічного сервісу не можливий гармонійний розвиток людського суспільства в поєднанні із природним середовищем, яке, зокрема, є і джерелом харчових ресурсів.

Саме тому впродовж останніх років наші обґрунтування та дослідження направленні на вирішенні таких вкрай складних проблем.

Виклад основного матеріалу. Згідно нашого світогляду всі фітоценози розподілені на такі основні складові:

1) природні (натуральні) фітоценози;

2) хомонатуральні (культурно-натуральні та урболандшафтні) фітоценози;

3) культурні фітоценози (агрофітоценози).

Природні (натуральні) фітоценози. До них логічно віднести території рослинного світу, що формуються та функціонують в природному середовищі сотні, тисячі та мільйони років без активного втручання людського чинника. В умовах України такі фітоценози є на території Карпатського, Кримського, Поліського регіону, зокрема: природні заповідники, болотиста місцевість тощо. У таких формаціях обмежений обробіток ґрунту, санітарні вирубки, зрізування та викопування деревних рослин, обробіток їх синтетичними технологічними матеріалами тощо. Там можна проводити, з певними обмеженнями, збиральництво різних плодів, ягід, квіток, листків тощо.

Хомонатуральні фітоценози. До них логічно віднести території рослинного світу, що формуються і функціонують за певною участю людей, але за принципом розвитку натуральних фітоценозів.

Такі фітоценози людина формує як поза населених пунктів (культурно-натуральні), так і в їх межах (урболандшафтні). Викладене свідчить, що з метою сталого формування та функціонування урболандшафтних фітоценозів, необхідно розробити концепцію їх створення, яка ґрунтується на підвищеній стійкості рослин до біотичних та абіотичних чинників, підбираючи специфічні місцеві та інтродуковані види рослин. Як правило – це створює передумови обмеження використання синтетичних технологічних матеріалів, особливо пестицидів, мінеральних добрив та інших токсикантів.

Культурні фітоценози (агрофітоценози). До них віднесені території рослинного світу, що формують, як правило, фахівці агрономічного профілю з відповідною спеціалізацією, зокрема вирощуючи польові культури (зернові, зернобобові, садові, кущові, овочеві, декоративні та інші види рослин). Зауважимо, що навколо полів вкрай необхідним є формування також нового типу фітосмуг на основі інноваційного напрямку – *фітовінкулалогія* на основі використання специфічних різновидностей рослин.

Наразі фахівців такого профілю, а саме агрономів (агро – поле) готують згідно спеціальності агрономія. У своїй абсолютній більшості фахівцям цього профілю притаманно забезпечення вирощування культурних рослин в межах поля (агрофітоценозу), що є вкрай недостатнім. Це викликане тим, що нині рослини культивують також в умовах антропоприродних (хомонатуральних) фітоценозів, теплиць, гідропоніки, аеропоніки, вертикальних ферм, житлових приміщень, в космосі тощо, де принципово відмінне від поля живильне для рослин середовище.

Виходячи із цього в умовах підготовки фахівців щодо ефективного формування різновидностей фітоценозів, особливо в якості харчових ресурсів, логічно взяти за основу не так *поле,* яке має неодно-

значне значення і на міжнародному рівні, а *рослину* з її правильним розміщенням для формування та функціонування в певній екосистемі з відповідним живильним середовищем, залежно від її біологічних особливостей та подальшого напрямку використання.

Одночасно простий аналіз вище наведених науково-освітніх напрямків про рослинний світ: ботаніки та фітології, засвідчує, що всі різновидності рослинного світу входять до царства «рослини», які на основі латинської мови, як і інші всі царства (*Віруси – Virus, Археї – Archaea, Бактерії – Bacteria, Гриби – Fungi, Рослини – Plantae, Тварини – Animalia*), повинні мати українську наукову назву *планта.* В такому випадку фахівцями щодо вирощування рослин в екосистемах не польового значення повинні бути *плантономи.* Таке дискусійне та інноваційне питання потребує подальшого аргументованого обґрунтування та обговорення на різних рівнях науково-освітнього процесу, зокрема на державному рівні, шляхом проведення міжнародних та всеукраїнських форумів, конференцій тощо.

Викладене розмаїття розвитку фітоценозів в умовах сталого розвитку натуральних, хомонатуральних і культурних екосистем, зокрема і в межах сільських, міських, промислових та виробничих територій, в умовах відпочинку та успішного розвитку зеленого туризму тощо засвідчує про нагальну необхідність обґрунтування та розробки інноваційних технологій, зокрема за рахунок використання цифрового та технічного сервісу.

Такий підхід є особливо актуальним щодо розробки моніторингових систем з метою спостереження не лише за відповідними фітоценозами, а, в ряді випадків, навіть за окремими рослинами.

Саме тому нами запропонований, крім відомих традиційних методів, інноваційний: *метод технічного зору* [5, 6, 7]. Такий метод моніторингу стану фітоценозів, окремих видів рослин в межах фітоценозів та навколо їх, а також наявності там економічно збиткових (шкідливих) та прибуткових (корисних) різновидностей органічного світу має надзвичайно великі перспективи.

На метод технічного зору нами отриманий відповідний патент [7]. В основі такого моніторингу є спеціальний пристрій.

В основі корисної моделі є те, що для моніторингу екосистем з біотою використовують приймальну систему, що складається з системи технічного зору (кольорова цифрова відеокамера та комп'ютер), до якої під'єднаний за допомогою дротового зв'язку спалах та екран (підкладка з світло відбиваючого матеріалу), на фоні якого відбувається моніторинг біорізноманіття в певній екосистемі. Таким способом проходить сканування змін, що відбуваються в певному просторі, що в послідуючому за допомогою комп'ютера здійснюється аналіз реальної ситуації.

У ряді випадків замість відеокамер можливим є використання певних фотоапаратів, смартфонів, мобільних телефонів тощо.

Наведений спосіб моніторингу є особливо актуальним з метою отримання даних щодо стану фітоценозів і різновидностей біоти там.

За допомогою запропонованого пристрою, його приймальна система дозволяє з високою та реальною точністю і швидкодією робити кольорове зображення стану екосистем з рослинами та іншою біотою. На основі використання певних алгоритмів і математичних моделей є можливість зробити ідентифікацію кольорового зображення.

Таким чином, в основі приладу щодо методу технічного зору є те, що він складається з приймальної системи, яка містить кольорову цифрову відеокамеру, комп'ютер і підкладку з світло відбиваючого матеріалу, який містить приймальну систему – технічний зір, до якої підключений спалах та екран, на фоні якого здійснюється моніторинг.

Залежно від наявності різновидностей технічного сервісу прилади технічного зору можуть працювати не лише наземним способом, а також і повітряним за рахунок використання пілотних і безпілотних апаратів (дронів), що є особливо актуальним нині за ведення бойових дій.

Це є особливо актуальним в аграрному секторі, коли спостерігається успішний розвиток технічного сервісу, особливо нового типу тракторів, комбайнів, інших наземних технічних засобів, використання нового типу безпілотних літальних апаратів з додатковим обладнанням і програмуванням: апаратно-програмне забезпечення виконання прецизійних фітотехнологій (методи навігації рухомих польових об'єктів, навігація і управління рухом безпілотної польової машини тощо); технології реєстрації стану ґрунтового покриву (вологість, щільність, кислотність, агрохімічний стан, структура ґрунту); моніторинг врожайності культурних фітоценозах; реалізація прецизійних фітотехнологій тощо.

Використання методу технічного зору дозволяє провести більш швидкі дослідження в екосистемах, що мають значні території. Такий метод є актуальним також і в плантономії, згідно якої рослинну продукцію отримують і в інших, крім полів, фітоценозах [8].

Головні висновки. Аргументована концепція інноваційного світогляду щодо формування та функціонування натуральних, хомонатуральних і культурних фітоценозів на основі різновидностей із царства «рослини» ґрунтується на основі обґрунтування та забезпечення технічного сервісу.

Основний акцент звертається на використання *методу технічного зору,* що є передумовою розробки ефективної моніторингової системи, а на цій основі і успішного забезпечення технічного сервісу з метою сталого розвитку особливо хомонатуральних і культурних фітоценозів.

Перспективи використання результатів дослідження. Пропоновані результати дослідження будуть використовуватися в агрономії та плантономії у новітніх технологіях, автоматизації, персоналізації обслуговування та підвищенні екологічності процесів із застосуванням технічного сервісу. Це сприятиме підвищенню ефективності агровиробництва та зниженню витрат на технічне обслуговування.

Література

1. Вигера С. М. Природоохоронний контроль культурних фітоценозів: монографія. К.: ЦП "Компринт", 2015. 398 с.
2. Прецизійні фітотехнології в агропромисловому комплексі України / Л. В. Аніскевич, Д. Г. Войтюк, С. М. Вигера, Н. І. Адамчук, Ф. М. Захарін, С. О. Пономаренко, М. М. Ключевич : монографія. Київ : НУБіП України. 2019. 798 с.
3. Вигера С. М., Ключевич М. М., Ковальчук Р. Л. Обґрунтування новітньої методології забезпечення здоров'я фітоценозів. *Moderní aspekty vědy: XLVII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.* Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 166–175.
4. Вигера С.М., Ключевич М. М., Ковальчук Р. Л. Інновації в освітньому процесі щодо сталого розвитку фітоценозів Поліського краю. *Тези Міжнародної наукової інтернет-конференції ІСГП НААН «Теоретичні та практичні аспекти розвитку хмелярської науки», присвячена 100-річчю створення Волинської дослідної станції хмелярства, 10 липня 2024 року*. Житомир: ІСГП НААН, 2024. С. 42–44.
5. Вигера С.М. Метод технічного зору моніторингу ентоморізноманіття екосистем *Наукові доповіді НУБіП України*, 2009. № 2 (14). С. 6.
6. Аніскевич Л. В., Вигера С. М. За допомогою технічного зору. Аналіз стану біорізноманіття фітоценозів за сучасного ведення землеробства. *Насінництво*, 2009. № 8. С. 25–28.
7. Аніскевич Л. В., Броварець О. О., Вигера С. М. Пристрій для моніторингу біорізноманіття екосистем. Патент № 43313. Опубл.10.08.2009 р. Бюлетень № 15. 5 с.
8. Ключевич М. М., Вигера С. М., Можарівська І. А., Ковальчук Р. Л. Теоретичні аспекти інноваційного світогляду щодо наук про царство рослин. *Moderní aspekty vědy: LIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie. Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.* Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2025. P. 184–194. DOI https://doi.org/10.52058/53-2025