

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

ГОНЧАРЕНКА ІГОРЯ ВІКТОРОВИЧА

"Кількісні методи дослідження різноманітності, структури і антропогенної трансформації рослинності",

подану на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка

Актуальність теми. Дисертаційна робота І.В. Гончаренка присвячена порівняльному аналізу кількісних методів, які застосовуються на усіх етапах обробки фітоценотичних даних у класифікації, ординації, фітоіндикації і оцінці антропогенної трансформації рослинності. Дослідження цих аспектів є винятково цінним у теоретичному і методологічному відношенні для фітоценології. Впровадження у фітоценології комп'ютерних методів і технологій баз даних не тільки відкриває нові можливості для усе ширшого аналізу, але й забезпечує перспективу вибору тих чи інших методів і методик. Автор присвятив своє дослідження всебічному аналізу як традиційних методів, так і новітніх технологій, які поки що мало використовуються у фітоценології. На основі аналізу існуючих підходів і обмежень деяких з них, ним запропоновано ряд нових методів і технік. Подібних досліджень саме методичного плану бракує не лише у фітоценології, а й у ботаніці загалом.

Робота дисертанта не виявилася відірваною від предмету вивчення геоботаніки, оскільки усі методи було апробовано на конкретних прикладах. Модельні набори даних, що використані для апробації, є різноманітними як з точки зору структури даних, так і типів дослідженої рослинності. Тому впевнено можна сказати, що робота актуальна не лише виключно з теоретичної точки зору, а й за класичним фітоценотичним напрямком, зокрема з позицій оцінки сучасного стану ценорізноманіття і аналізу структурних особливостей рослинності обраних для апробації модельних об'єктів і територій.

Мета і завдання досліджень сформульовані автором на підставі аналізу здобутків попередників та сучасного стану проблеми. Вважаю, що виконавець роботи разом з науковим консультантом окреслили надзвичайно важливі та перспективні напрями наукових досліджень (розробка нових і аналіз існуючих методів на різних етапах обробки фітоценотичних даних). Оцінюючи мету і завдання роботи можна стверджувати, що підняті питання всебічно охоплюють запропоновану тему досліджень. Постановка таких завдань є своєчасною і доцільною на сучасному етапі розвитку геоботаніки.

Наукова і теоретична новизна. Робота відзначається значною науковою новизною як у теоретико-методичному, так і у геоботанічному відношенні. Дисертантом розроблено і всебічно апробовано новий метод класифікації рослинності DRSA. Для його перевірки було проаналізовано 7

різних методів класифікації. За результатами аналізу 9 геометричних і 6 флористичних індексів запропоновано новий підхід для визначення оптимальної кількості кластерів у фітоценотичних даних на основі збалансованого критерію. У порівняльному аспекті проаналізовано 11 індексів вірності, що використовуються для класифікації діагностичних видів, і сформульовано рекомендації щодо застосування / незастосування коректуючої поправки на нерівний розмір фітоценотичних кластерів. Дисертантом розроблено новий підхід до аналізу екологічної диференціації рослинності на основі стандартизованих відхилень фітоіндикаційних оцінок синтаксонів і концепції екофону. На основі аналізу шкал відношення рослин до антропогенного фактору запропоновано методичні засади оцінки антропогенного навантаження. У багатьох випадках використані дисертантом підходи є авторськими (оригінальними). Ним запропоновано ряд нових концепцій і понять, зокрема "аналіз відхилень", "дрейф оптимумів", "феномен мультиафінності" тощо.

Значною новизною відзначаються результати фітоценотичних досліджень. Дисертантом проведено синтаксономічну ревізію ксеромезофітних дубових лісів у межах помірної зони Європи, від Центральної Європи до Південного Уралу. За результатами порівняльно-флористичного аналізу описано два нові союзи ксеромезофітних дубових лісів східноєвропейської провінції – *Betonico officinalis-Quercion roboris* Goncharenko et Semenishchenkov in Goncharenko et. al. 2020 та *Scutellario altissimae-Quercion roboris* Goncharenko in Goncharenko et. al. 2020. Грунтовність і самостійність останніх підтверджена аналізом екологічної, фітосоціологічної і ярусної структури 45 синтаксонів з різних регіонів Європи. Описано 7 нових асоціацій рослинності. Слід відзначити коректність і ретельність підходу дисертанта, оскільки у всіх випадках він обґрунтовує самостійність синтаксонів з використанням типових матеріалів європейських асоціацій. Дисертантом досліджено сучасний стан, наводяться нові дані та описані нові синтаксони лісової рослинності м. Київ та околиць, ксеромезофітних дубових лісів Київського Полісся і північної частини Лівобережного Лісостепу, лучної рослинності заплав Дніпра та Сейму у межах Лівобережного Полісся.

Наукове і практичне значення. Робота є вкладом у теорію і практику фітоценотичних досліджень, перш за все з методологічної точки зору. Цінність таких робіт є довгостроковою, оскільки стосується не тільки збирання і упорядкування фактажу, а й створення "інструментів" одержання нового знання. Результати дослідження мають і практичне значення. Зокрема, оцінка антропогенного навантаження на основі фітоіндикаційного підходу може бути використана для організації фонових моніторингу природно-заповідних об'єктів. Безумовна цінність роботи полягає також у можливості використання одержаних результатів при підготовці багатотомних видань по рослинності, можливості використання

запропонованих підходів за межами України, при підготовці фахівців з кількісної екології та екоінформатики, де відчувається значний дефіцит якісної і сучасної навчальної літератури.

Достовірність і ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Наукові положення, висновки та рекомендації, які висвітлені у дисертаційній роботі, ґрунтуються на значному фактичному матеріалі, опрацьованому з використанням сучасних методичних підходів та застосуванням інформаційних технологій і методів математичної статистики. Усі положення дисертантом ретельно перевіряються, а формулювання нових виявлених закономірностей є достатньо коректним і виваженим. Основна спрямованість роботи має методичний характер, що обумовлює перевірку усіх положень різними методами. У дисертації немає безпідставних рекомендацій на користь будь-яких методів. Для деяких з них (метод фітосоціологічного спектру, дисперсійного аналізу тощо) зазначаються не тільки переваги, а й обмеження, що свідчить про неупереджене ставлення дисертанта до певних підходів і концепцій. Використані ним матеріали є різноплановими, оскільки містять дані з різним альфа- і бета-різноманіттям, а також різних типів рослинності. Автор аналізує значний обсяг літератури, а також використовує для аналізу рослинності сучасні методи обробки наукових даних у середовищі R. Усе це свідчить про високий ступінь достовірності результатів дисертації та їхньої обґрунтованості.

Особистий внесок і рівень теоретичної підготовки здобувача. Дисертантом добре вивчено сучасний стан проблеми викладений на початку кожного з розділів, включаючи результати споріднених досліджень інших учених. Про високий рівень теоретичної підготовки і обізнаність дисертанта свідчать усі кількісні аналізи та їх інтерпретація, проведені на сучасному науково-методичному рівні.

Здобувачем особисто сформульовано напрямок, методико-теоретичні основи роботи, розроблено схеми обчислювальних експериментів, проаналізовано одержані результати та сформульовано висновки. Автором отримане свідоцтво (№ 58837 від 26.02.2015 Державної служби інтелектуальної власності України) на розроблений ним метод кластерного аналізу. Написання програмного коду та скриптів у середовищі R проведені безпосередньо здобувачем. Матеріали, на яких ґрунтуються розділи 7, 8 і 9 по рослинності ксеромезофітних дубових лісів Європи запозичені з опублікованих праць з відповідними посиланнями на першоджерела. З метою апробації кількісних методів на різнопланових даних додатково залучено дані польових досліджень інших авторів, які отримано з їх згоди і висвітлено у сумісних публікаціях. Права співавторів не порушені, а особистий вклад дисертанта у публікаціях зі співавторами є несумнівним.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях і апробація матеріалів дисертації. Дисертантом опубліковано 57 наукових праць, у тому числі 2 монографії, 6 статей у закордонних виданнях,

проіндексованих у базах Web of Science Core Collection та/або Scopus, 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав за напрямом дисертації, 26 статей у фахових виданнях України, 4 статті у інших періодичних виданнях. Значна кількість наукових праць, які стосуються теми дисертації, написані І.В. Гончаренком одноосібно, у тому числі 2 монографії і 18 статей, що підтверджує і особистий внесок здобувача, і рівень його теоретичної підготовки. Основні матеріали та результати дисертації апробовано на 16 конференціях, робочих нарадах, науково-практичних семінарах.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. У дисертаційній роботі відсутні порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

Оцінка мови, стилю і змісту дисертації. У дисертаційній роботі викладення основних положень і висновків є логічним, обґрунтованим, послідовним.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається з вступу, 11 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та 4 додатків. Основна частина містить 41 рисунок та 71 таблицю, додатки – 12 таблиць.

Загальна характеристика роботи.

У **Вступі** обґрунтовано вибір теми дослідження, розкривається актуальність роботи, зв'язок з науковими програмами, планами, темами, зазначаються мета і завдання роботи, об'єкт, предмет і методи дослідження, наукова новизна отриманих результатів, їх практична цінність, особистий внесок, наводиться список публікацій за темою дисертації і відомості про апробацію.

У **першому розділі** «Класифікація рослинності на основі графу k-найближчих сусідів: метод DRSA» автор обґрунтовує необхідність нового методу та його значення для класифікації рослинності, описує алгоритм нового методу, дискутує з приводу важливості "бракування" перехідних / екотонних описів для одержання більш чітких фітоценотичних кластерів. Запропонований метод тестується на відомому наборі даних "Іриси Фішера", на якому традиційно перевіряють методи кластеризації.

Важливо, що автором аналізуються переваги від застосування методу DRSA у порівнянні з традиційними методами і вони, на нашу думку, є достатньо вагомими, особливо у випадках класифікації масивів описів, де потрібен певний відсоток "бракування" описів перехідного характеру.

Другий розділ «Кількісні аспекти оцінки вірності видів у класифікації рослинності» є логічним продовженням першого розділу, оскільки

класифікація діагностичних видів слідує за класифікацією описів (виділення фітоценонів). Автор аналізує 11 найбільш популярних у класифікації рослинності індексів вірності. Незважаючи на наявність подібних робіт порівняльного плану, деякі аспекти його роботи дійсно є новими. Зокрема зазначається важливість таких статистичних властивостей коефіцієнтів вірності видів, як вирівняність розподілів між 0.6– та 0.9–квантилями, можливість забезпечувати неперекриття списків діагностичних видів тощо. Автором вперше показано, що вирівняно-групові (group-equalized) модифікації індексів вірності є чітко окресленою самостійною групою, які дають більш подібні класифікації діагностичних видів між собою, аніж у порівнянні з аналогічними, але некоректованими (non-equalized) мірами.

Автор вказує і на певні обмеження у використанні методу, на його погляд, застосування вирівняно-групових індексів вірності не є доцільним у випадках, коли малі кластери виникають як наслідок дрібного (неоптимального) поділу (класифікації). Причина цього (поява більшої кількості випадкових видів) викладена достатньо аргументовано. Принципових зауважень до розділу немає.

Третій розділ роботи «Оцінка якості фітоценотичної класифікації» є дуже важливим, оскільки торкається такого питання як валідація (підтвердження) кластерного поділу описів. Методи кластерного аналізу завжди дають поділи, але обґрунтування саме того варіанту класифікації масиву описів, який подається їх авторами у публікаціях як остаточний, є дуже важливим. У вітчизняних публікаціях цьому приділяється мало уваги. Тому запропоновані автором підходи є важливими для об'єктивізації класифікаційних методів вивчення рослинності і безперечно актуальними.

Автором показано, що визначення оптимальної кількості фітоценотичних кластерів ускладнюється у даних із нечіткою кластерною структурою. У таких випадках оцінка за одним індексом є неоднозначною. Для подолання цієї проблеми було запропоновано комбінований (збалансований) критерій з врахуванням багатьох індексів якості поділу. При цьому важливим є включення найбільшої різноманітності індексів, які кореляційно не пов'язані один з одним.

Суттєвий вплив на відмінності класифікацій чинить не тільки вибір того чи іншого методу, а також спосіб трансформації проєктивного покриття видів і розрахунку відстаней між описами. За результатами порівняльного аналізу різних методів класифікації рослинності високі показники згідно методики Optimclass були одержані у методів групування на основі алгоритмів Варда, гнучкої бети та запропонованого автором методу DRSA.

Вважаю, що автором складено вичерпний перелік основних показників, що використовуються для оцінки якості фітоценотичної класифікації і показано різні (як існуючі, так і особисті) підходи для вирішення такого завдання.

Четвертий розділ «Фітоіндикаційний аналіз синтаксономічної диференціації» присвячено аналізу відразу декількох статистичних методів і тестів у відношенні даних фітоіндикації, зокрема розглядаються можливості і обмеження таких методів, як дисперсійний аналіз, ординаційний підхід, метод дерев класифікації (CART). Найбільшою новизною у цьому розділі відзначаються запропонований автором підхід, названий "аналіз відхилень" і метод дерев класифікації у відношенні екологічного моделювання рослинності за даними фітоіндикації. Аналіз відхилень можна розглядати як перехід від описового принципу у характеристиці амплітуд синтаксонів до аналітичного при цьому оцінка здійснюється на основі стандартизованих відхилень фітоіндикаційних показників.

Другий з запропонованих автором методичних технологій – метод дерев класифікації відрізняється від розглянутих підходів і не дублює їх. Він дозволяє визначати які фактори "працюють" на рівні тих чи інших синтаксонів, визначати межі екологічних показників для розділення синтаксонів, а також описує диференціацію синтаксонів системою логічних правил, що дещо нагадує ключ для визначення рослин і тому є близьким для ботаніків.

Вважаю, що запропоновані методичні технології є достатньо коректними і ефективними у застосуванні.

У п'ятому розділі «Застосування кількісних методів для аналізу антропогенної трансформації рослинності» аналізуються кількісні методи оцінки ступеня / міри антропогенної трансформації рослинності. Автор вважає, що основними проявами (індикаторами) антропогенної трансформації є збіднення флористичного складу угруповань; збільшення однорідності рослинності, середньої подібності описів рослинності і частки перехідних угруповань; збільшення частки терофітів, адвентів, рудералів, а також нітрофілів; зниження життєвості природних видів; експансія видів з нетиповим для трав'яного ярусу способом поширення діаспор (зоохори, анемохори, автомеханохори), зростання часток видів лучного і узлісного ценоелементів, зміни вертикальної структури угруповань – загущення ярусу чагарників і розрідження деревного ярусу, контагіозний характер розміщення лісових рослин. З таким переліком можна погодитись.

На прикладі широколистяних лісів м. Київ автором проаналізовані діагностичні ознаки трансформації рослинності і виділено 4 стадії – геофітів, експлерентів, анемохорів та адвентів. Для багатокритеріальної оцінки різних напрямків / проявів антропогенної трансформації автор пропонує використання наступних відносних індикаторів: співвідношення геофітів і терофітів (IGT), віолентів і експлерентів (ICR), патієнтів і експлерентів (ISR), показників гемеробіальності і природності (INH). Для оцінки ступеня / міри антропогенної трансформації рослинності автор також пропонує використання методики фітоіндикації, але на основі шкал відношення рослин до антропогенного фактору (гемеробії, урбанітету і природності).

У шостому розділі «Фітосоціологічний аналіз синтаксономічної диференціації рослинності» аналізується підхід на основі співвідношень видів класів Браун-Бланке у видовому складі синтаксонів (метод фітосоціологічного спектру). Автор зазначає, що цей підхід за усіма ознаками ближче до ординації, аніж до класифікації, незважаючи на те, що в ньому використовуються класифікаційні категорії. На прикладі лучної і лісової рослинності автором у порівняльному контексті проведено дослідження фітосоціологічної структури синтаксонів, що сформувалися у різних екологічних умовах. Разом з тим, показані і обмеження методики ФЦС, зокрема недоцільність використання цього підходу для угруповань, де фізіономічний критерій є головним для класифікації рослинності і у випадку маловидових угруповань. Дуже різний об'єм трактування різних класів системи Браун-Бланке потребує введення коректуючої поправки для урахування теоретичних (очікуваних) часток ФЦС у різних класів.

Автором детально аналізуються переваги і недоліки методики ФЦС. Її перевагою є достатньо чітка система класифікації діагностичних видів на рівні класів і можливість застосування цього підходу у випадках, де система Браун-Бланке має обмеження: екотонні типи рослинності, рослинність із переважанням угруповань, де відсутні характерні види нижчих синтаксономічних одиниць. Недоліками методики ФЦС є врахування лише кількісних співвідношень видів різних класів, неможливість врахувати домінування видів, ярусний розподіл і ненадійність для угруповань з малою кількістю видів, де зазначені ознаки дуже важливі для синтаксономічної ідентифікації. Тому застосування методики ФЦС не є перспективним для угруповань і типів рослинності, де фізіономічний критерій є головним для діагностики (водна, піонерна, маловидові угруповання антропогенної рослинності). Таке розуміння позитивних і негативних рис фітосоціологічного аналізу є для нас прийнятним, а здобутки автора у цьому відношенні достатньо вагомими.

Сьомий розділ «Кількісні методи аналізу синоптичних даних (на прикладі ксеромезофітних дубових лісів)» є у певній мірі ввідним щодо наступних двох розділів. Усі три розділи присвячено порівняльному аналізу ксеромезофітних дубових лісів у межах помірної зони Європи. Це дуалістичний і маловивчений у східних регіонах тип лісової рослинності, синтаксономічна концепція якого є полемічною з точки зору екотонного характеру видового складу. У розділі автор аналізує можливість перенесення методів, які зазвичай застосовуються на рівні фітоценозів, на рівень порівняльного аналізу синтаксону.

Автором показано, що серед кліматичних факторів провідними у відношенні диференціації синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів є континентальність та кріорежим. Останній відіграє роль лімітуючого фактору і зумовлює поступове зникнення термофільних видів у напрямку на

схід і заміщення їх видами степовими (континентальними, морозостійкими) у видовому складі синтаксонів КДЛ.

Восьмий розділ «Порівняльний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів (у межах помірної зони Європи)» є своєрідним обґрунтуванням для нових союзів *Betunico officinalis-Quercion roboris* і *Scutellario altissimae-Quercion roboris*, описаних дисертантом для східноєвропейського регіону. Проаналізовані екологічні особливості, вплив кліматичних факторів, особливості ярусної структури синтаксонів і показано значні відмінності цих характеристик у синтаксонів з різних частин регіону порівняльного аналізу, від Центральної Європи до Південного Уралу. Автором проведений аналіз географічних груп синтаксонів – центральноєвропейської, східноєвропейської, південно-уральської, що дозволило виділити регіональні диференційні види і дослідити закономірності географічної диференціації синтаксонів.

Порівняння географічних груп синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів показало, що у напрямку на схід зникнення центральноєвропейських видів не супроводжується (не компенсується) їх заміщенням багатьма східноєвропейськими видами. Більшість регіональних диференційних видів синтаксонів східноєвропейської і південно-уральської групи – це види з широким європейським ареалом. Значна частина видів, що є диференційними для південно-уральської групи КДЛ – це фагетальні та степові види. Отже, у східному напрямку диференціація КДЛ відбувається за рахунок зміни ценотичної приуроченості видів.

Вважаю, що автором проведено коректний і всебічний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів, а отримані результати є вагомими.

У дев'ятому розділі «Фітоценотична характеристика синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів» представлена синтаксономічна схема рослинності ксеромезофітних дубових лісів і подана фітоценотична характеристика на рівні асоціацій території України і суміжних західних регіонів Росії. У додатку В наведено три порівняльно-флористичні таблиці для синтаксонів у межах союзів *Convallario majalis-Quercion roboris*, *Betunico officinalis-Quercion roboris* і *Scutellario altissimae-Quercion roboris*, які підтверджують ґрунтовність проведеної автором синтаксономічної ревізії.

Автором з'ясовано, що екологічні показники, за якими спостерігаються найбільші відмінності між синтаксонами на рівні асоціацій і на рівні союзів є різними. Так, асоціації між собою переважно різняться показниками азоту ґрунтів і світлового режиму, тоді як групи синтаксонів, що належать до різних союзів, відрізняються за терморезимом і кислотністю ґрунтів. Частка степових видів помітно зростає лише у південній частині лісостепової зони і корелює з карбонатністю субстратів. Встановлено і спільні риси досліджених автором угруповань ксеромезофітних дубових лісів. Недовіряти отриманим даним підстав немає. Всі вони підкріплюються табличним матеріалом та

необхідними поясненнями. Достовірність результатів є високою. Суттєвих зауважень до розділу немає.

Десятий розділ «Фітоценотична характеристика синтаксонів лісової рослинності м. Київ та околиць» присвячено класифікації, екологічній оцінці і аналізу структури лісової рослинності м. Київ та околиць. Наводяться фітоценотична характеристика синтаксонів, синоптичні таблиці, укладено синтаксономічну схему. Автором описано 3 нові асоціації, самостійність яких підтверджується порівняльними таблицями із залученням типових матеріалів (голотипів) європейських асоціацій. У тексті є відповідні посилання на статті Кодексу фітосоціологічної номенклатури.

За даними класифікації масиву описів лісової рослинності м. Київ і околиць синтаксономічна схема нараховує 7 класів, 7 порядків, 8 союзів, 8 асоціацій, 1 субасоціацію, 13 варіантів і 1 одиницю у ранзі "угруповання" (community). Синтаксономічне різноманіття дослідженої лісової рослинності визначається екотонним положенням на межі лісової та лісостепової зони і впливом Дніпра. Через розташування у межах чи у безпосередній близькості до міста, усі виділені синтаксони лісової рослинності мають значний рівень антропогенної трансформації.

Таким чином, на підставі використання сучасних оригінальних методів досліджень отримано важливі для науки результати, коректність яких сумніву не викликає

Одинадцятий розділ «Класифікація та фітоценотична характеристика лучної рослинності заплав Дніпра та Сейму (у межах Лівобережного Полісся)» присвячено дослідженню синтаксономічного різноманіття лучної рослинності заплав Дніпра та Сейму. Синтаксономічна схема нараховує 1 клас, 3 порядки, 3 союзи, 8 асоціацій та 5 варіантів. Екологічна оцінка синтаксонів ґрунтується на використанні методики фітоіндикації. Провідними факторами диференціації дослідженої лучної рослинності є вологість і азот ґрунтів. Синоптична таблиця синтаксонів наведена у додатку Г. Подано фітоценотичну характеристику синтаксонів.

За даними автора синтаксономічна схема дослідженої лучної рослинності нараховує 1 клас, 3 порядки, 3 союзи, 8 асоціацій та 5 варіантів у складі 3-х асоціацій. За результатами кластерного аналізу лучних синтаксонів, відповідність дендрограми і синтаксономічної схеми є найбільш чіткою на рівні порядків (*Galietalia veri*, *Arrhenatheretalia*, *Molinietalia*). Що стосується рівня союзів, то найбільшу гетерогенність видового складу виявлено у синтаксонів, віднесених до союзу *Deschampsion cespitosae*.

Отримані результати не суперечать нашим уявленням про фітоценотичні особливості регіону досліджень.

«Висновки», наведені дисертантом за результатами проведених досліджень, є аргументованими, відповідають змісту дисертації та поставленим завданням.

Дискусійні положення та зауваження по дисертації. Незважаючи на

загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід відмітити дискусійні положення та зауваження:

– У першому розділі дисертант запропонував новий метод класифікації рослинності DRSA, але чітко не зазначає, для яких випадків цей метод підходить і у чому полягають його відмінності від інших традиційних методів класифікації. Також слід було би окремо зазначити чи є випадки, для яких цей метод не підходить?

– У другому розділі, на с. 58, у тексті дисертації зазначається "вирівняно-групові індекси становлять добре відокремлену групу індексів ..." і далі в тексті – "більш подібні усередині групи, тобто між собою, аніж з їх некорегованими аналогами". Якої групи? І чіткого підтвердження цього в тексті не знаходимо. З яких розрахунків чи даних це виходить? І чи має це якесь методичне значення?

– У табл. 3.5 на с. 77 запропоновано новий показник для визначення оптимальної кількості синтаксономічних кластерів і продемонстровано на конкретному прикладі принцип його розрахунків на основі середнього багатьох індексів. Слід зауважити, що таке середнє арифметичне і його максимум прямо залежать від того, які саме індекси оцінки якості поділу беруться для розрахунку середнього їх значень. І чому саме стандартизовані індекси? У чому сенс цієї стандартизації?

– Одним із численних новітніх методів запропонованих дисертантом є аналіз відхилень фітоіндикаційних показників. На с. 92 у тексті та у табл. 4.3. зазначається, що цей метод може бути використаний для оцінки "впливу фактору на диференціацію синтаксонів". Але як пов'язана така оцінка із "сумою квадратів відхилень по вертикалі", тобто по окремих факторах, не зрозуміло. Який зв'язок між ними? І як тоді пояснити, що оцінка провідних факторів за цим підходом (головним фактором виявився вміст азоту за даними табл. 4.3), не співпадає з оцінкою методом дисперсійного аналізу, де, як свідчить табл. 4.4., на перше місце виходить кислотність? І який з цих підходів кращий чи ґрунтовніший?

– Для оцінки антропогенної трансформації рослинності дисертантом запропоновано ряд індексів. Зокрема, на с. 140 зазначається, що такими є співвідношення стрес-толеранти / рудерали, або індекс ISR, та конкуренти / рудерали, або індекс ICR. Але, на мій погляд, значним обмеженням є те, що доволі значна кількість видів має перехідний тип стратегії за Дж. Граймом. Як тоді застосовувати ці показники, якщо вид має перехідний тип стратегії?

– У шостому розділі, присвяченому аналізу методики фітосоціологічного спектру, багаторазово зазначається, що цей підхід має переваги у разі дослідження рослинності екотонів, зокрема, на с. 149 у другому абзаці. А у чому полягають ці переваги у порівнянні з традиційним підходом? Для яких випадків у класифікації цей підхід найбільше підходить, крім зазначеного дослідження екотонів? Чи є у нього недоліки чи обмеження, коли його не слід застосовувати?

Вважаю, що більшість зауважень не є принциповими, вони здебільшого мають дискусійний характер, не знижують високий науковий рівень дисертаційної роботи і не впливають на її загальну позитивну оцінку. У відгуку опонента не згадуються незначні помилки (невдалі вирази, стилістичні похибки), але автор роботи прийняв їх до відома.

Загальна оцінка наукового змісту дисертації. Дисертаційна робота **Гончаренка Ігоря Вікторовича** "Кількісні методи дослідження різноманітності, структури і антропогенної трансформації рослинності" є самостійним завершеним науковим дослідженням, яке спрямоване на вирішення важливих теоретичних та практичних завдань. Поставлені у дисертації питання знаходять вичерпну відповідь. Висновки зроблено на підставі узагальнення отриманих даних і вони повністю відповідають завданням досліджень. Здобуті результати оброблено варіаційно-статистичними методами, їх достовірність не викликає сумніву. Дисертаційна робота є вагомим внеском у методологію фітоценотичних досліджень.

Автореферат дисертації І. В. Гончаренка відображає основні положення дисертаційної роботи. Результати досліджень і узагальнення в тексті дисертації і в авторефераті ідентичні, тексти викладено логічно і послідовно літературною державною мовою.

Відповідність дисертації спеціальності і вимогам до докторських дисертацій. Представлена до захисту дисертаційна робота **Гончаренка Ігоря Вікторовича** "Кількісні методи дослідження різноманітності, структури і антропогенної трансформації рослинності" є завершеною науковою працею, яка повністю відповідає спеціальності 03.00.05 – "Ботаніка" та вимогам пунктів 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23.07.2013 р. № 567 (зі змінами), що ставляться до докторських дисертацій, а її автор, Ігор Вікторович Гончаренко, цілком заслуговує присудження наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка.

Провідний науковий співробітник
відділу ландшафтного будівництва
Національного ботанічного саду
імені М.М. Гришка НАН України,
доктор біологічних наук



П.С. Булах

9 квітня 2021 р.

