

ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу Марусаж Христини Іванівни
«РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН
ПОВЕРХНІВНИХ ОБ'ЄМІВ ОСТРІВНИХ ЛЬОДОВИКІВ
АНТАРКТИЧНОГО УЗБЕРЕЖЖЯ»,**

**подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.24.01 - геодезія, фотограмметрія та картографія**

1. Актуальність обраної теми дослідження та її зв'язок із планами та напрямками науково-дослідних робіт наукових установ і організацій, державними та галузевими науковими програмами.

Проблема кліматичних змін, їх дедалі менш передбачуваний характер викликає занепокоєння світової спільноти. Багаторічний моніторинг численних дослідницьких центрів виявляє яскраво виражену тенденцію до підвищення середньорічної температури, причини якої часто пов'язують з техногенним та антропогенним впливом. Хоч в районах Антарктики такий вплив є порівняно меншим, темпи глобального потепління спричиняють серйозні кліматичні зміни, і, в свою чергу, танення льодовиків, підвищення рівня світового океану, затопленням земель та ін..

Тому, постає необхідність опрацювання методів моніторингу льодовиків, які могли б дозволити підвищити швидкість виконання вимірювань та точність отримання кількісних параметрів об'єктів дослідження, зокрема поверхонь льодовиків. Застосування методів дистанційного зондування таких, як наземне лазерне сканування та цифрове знімання, використання аналітичного апарату ГІС та методів опрацювання цифрових зображень дозволить оцінити вплив кліматичних, гідрологічних та гляціологічних змін. Дані отримані в ході спостережень можуть бути використані в різних галузях науки та стати підґрунтям нових наукових праць.

Отже актуальність дисертаційної роботи є в достатній мірі обгрунтованою.

Сформульовані у дисертації мета та завдання, а також предмет і об'єкт досліджень, дають підстави для висновку про те, що робота орієнтована на розв'язання актуальних наукових і практичних проблем.

Дисертаційна робота Марусаж Х. І. відповідає науковому напрямку кафедри фотограмметрії та геоінформатики та виконана в межах науково-дослідної роботи кафедри «Методи, моделі і технології моніторингу стану довкілля та окремих об'єктів засобами фотограмметрії, дистанційного зондування та геоінформатики», науково-технічної роботи «Створення комплексного геофізичного та геодезичного полігону в районі станції «Академік Вернадський» з використанням глобальних навігаційних супутникових систем і методів дистанційного зондування» та науково-дослідної роботи «Дослідження змін поверхневих об'ємів острівних та материкових льодовиків за результатами цифрових зображень, лазерного сканування та геодезичних вимірювань, виконаних під час сезону у 24-й Українській антарктичній експедиції 2019–2020 рр.» за замовленням Державної установи Національний антарктичний науковий центр МОН України за Державною цільовою науково-технічною програмою проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2020 роки.

Рівень обгрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їх достовірність і новизна. Текст дисертаційної роботи Христини Марусаж відзначається певною логічною послідовністю, ясною побудовою наукових положень, обгрунтованістю висновків. При роботі над дисертацією авторкою опрацьовано 239 джерел. Наукові положення, висновки і рекомендації, що сформульовано у дисертаційній роботі, ґрунтуються на теоретичних підходах цифрової фотограмметрії, лазерного сканування, методах геоінформаційного моделювання та математичного аналізу.

Авторкою опрацьовано значний об'єм наукових праць та науково-аналітичних матеріалів. Отримані результати та висновки відповідають

нормативним вимогам і підтверджуються результатами досліджень льодовиків у регіоні Антарктики, отриманих іншими вітчизняними та закордонними вченими. Це дозволяє констатувати, що наукові положення, результати та висновки, подані у дисертації, належним чином обґрунтовані та мають вагому теоретичну та практичну значимість. Рівень даної наукової роботи був би значно вищим, коли б результати досліджень більш докладно порівняли з результатами інших науковців.

Новизна наукових положень і отриманих результатів досліджень дисертанта будуть сформульовані після аналізу кожного розділу дисертації.

Зміст, завершеність та практичне значення досліджень. Дисертаційна робота містить цінні з науково-практичної точки зору положення та результати, які сприяють удосконаленню теоретико-методичних засад дослідження змін об'ємів та моніторингу островних льодовиків антарктичного узбережжя. Їх можна використати для інших об'єктів досліджень.

У першому розділі роботи розглянуто процес формування льодовиків, що, на думку опонента, є дещо зайвим, а от сучасний стан досліджень льодовиків в антарктичному регіоні вартий уваги. На підставі аналізу літературних джерел, що стосуються методів моніторингу льодовиків запропоновано їх класифікацію та сформовано висновки щодо переваг та недоліків застосування різних методів. Із аналізу літературних джерел, пов'язаних з методами дослідження малих за площею льодовиків. Авторка вважає пріоритетним комплексне застосування наземного лазерного сканування та наземного цифрового знімання. Зауваження до цього розділу наступні. Судячи з назви дисертації «комплексне» дослідження потребує спільного аналізу джерел та публікацій і на його основі формулювання задач. Аналіз публікацій в розділі 2 шкодить структурі дисертації. В назві дисертації, на думку опонента, перші два слова є зайвими, а термін "поверхневі об'єми" вживати не в назві роботи, а в тексті після його тлумачення.

Другий розділ роботи присвячений експериментальним дослідженням цифрової неметричної знімальної камери та наземного лазерного сканера. В

цьому контексті наведено аналіз існуючих методів і способів визначення елементів внутрішнього орієнтування цифрових неметричних знімальних камер, а також джерел похибок наземного лазерного сканування та запропоновано рекомендації для мінімізації кожної з груп похибок. Авторкою розроблено три способи визначення фокусної віддалі та надано рекомендації щодо їх застосування. Досліджено та враховано вплив дисторсійних спотворень цифрових неметричних знімальних камер. При цьому встановлено, що залишкові похибки виміру координат точок після врахування дисторсійних спотворень не перевищують значення розміру пікселя. Подано дослідження точності побудови хмари точок методом наземного лазерного сканування залежно від віддалі до об'єкта сканування та характеристик поверхні сканування. Вказано, що вибір параметрів сканування слід здійснювати з врахуванням віддалі до об'єкта, кольору поверхні та часу сканування.

Результати цього розділу можуть вважатись положенням, що виноситься на захист. Недоліком слід вважати аналіз першоджерел, який варто було подати підрозділом першого розділу. Другим суттєвим недоліком є відсутність характеристик аналогів та прототипів.

У третьому розділі приводиться методика комплексного дослідження змін (поверхневих об'ємів, термін, мабуть, авторки) острівних льодовиків, що базується на застосуванні методу наземного лазерного сканування та цифрового стереофотограмметричного знімання. Подано технологічну схему запропонованої методики, в якій детально викладено вибір параметрів і методів опрацювання даних, а також наведено рекомендації щодо їх виконання. Основну увагу заслуговують алгоритми для виявлення «мертвих» зон наземного лазерного сканування та оптимізації вибору інтервалу для побудови цифрових моделей поверхонь льодовиків за даними наземного цифрового знімання. Зміни об'ємів острівних льодовиків запропоновано визначати як різниці об'ємів між циклами спостережень. Результати цього розділу вартують вважатись положеннями, що виносяться на захист. Недоліками цього розділу вважаю відсутність рисунків, які б пояснювали описані процеси. Недоліком

також вважаю відсутність більш докладного посилання на роботи фахівця з прикладної фотограмметрії, доцента кафедри аерофотогеодезії ЛПІ Пузанова Б.С. з визначення об'ємів гірничих порід за матеріалами фототеодолітного знімання методом вертикальної сітки.

У четвертому розділі подано результати апробації запропонованої методики та алгоритмів для моніторингу льодовиків на о. Вінтер та о. Галіндез упродовж 2013-2018 років. Приведені результати опрацювання матеріалів польових робіт, побудовано цифрові моделі поверхонь льодовиків за даними наземного лазерного сканування та доповнено даними наземного цифрового знімання. Результати виконаної апробації теж можуть вважатись науковим положенням, що виноситься на захист.

Недоліком цього розділу, а можливо й попереднього, вважаю відсутність більш ґрунтового порівняльного аналізу методик наземного лазерного сканування і наземного цифрового знімання. Порівняння їхніх недоліків та переваг дозволило б краще висвітлити результати досліджень.

Висновки за розділами і загальні по роботі відображають всі позитивні положення дисертації. Дисертаційне дослідження, крім наукової, має і практичну цінність. Основні теоретичні положення та результати досліджень дисертаційної роботи впроваджено та застосовано Державною установою Національний антарктичний науковий центр МОН України. Методика та результати досліджень можуть бути використані державними та приватними установами, підприємствами та організаціями в галузі гляціології, геодинаміки та метеорології. Таким чином, дисертаційна робота є самостійною, завершеною працею, що містить достатній рівень наукової новизни теоретичного, та прикладного характеру.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Дисертаційна робота Марусаж Х.І. є логічно структурованою, відповідає меті та завданням дослідження, висвітлює отримані результати. Вона є завершеним науковим дослідженням, містить відповідні теоретико-методичні положення, аналітичні розробки та перспективні напрями,

що достатньо повно подані у чотирьох розділах дисертації та опублікованих наукових працях. Основні результати дисертаційного дослідження висвітлені у 18 публікаціях, з-посеред яких: 2 статті в наукових періодичних виданнях інших держав (Польща, Чехія), які включені до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science та Scopus; 2 статті в науковому фаховому виданні України, яке включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus; 4 статті в наукових фахових виданнях України; 2 патенти на корисну модель; 7 тез та матеріалів конференцій та 1 стаття в іншому науковому виданні України. Одна праця є одноосібною. В опублікованих наукових працях здобувача у достатній мірі відображено наукову новизну, сутність, теоретичне та практичне значення результатів дослідження.

Відповідність дисертації та автореферату вимогам МОН України. Структурно дисертація складається із анотації двома мовами, переліку опублікованих праць за темою дисертації, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 179 сторінок, у тому числі 44 рисунків, 17 таблиць, списку використаних джерел із 239 найменувань, а також 4 додатків. Дисертаційна робота, як і автореферат дисертаційної роботи, виконані на високому науково-теоретичному рівні, є стилістично науковими, за структурою, обсягом та оформленням відповідають встановленим вимогам МОН України. Вони є ретельно вичитаними. Текст автореферату розкриває зміст та основні положення дисертації, висвітлює практичні результати дослідження. Назва дисертації та зміст автореферату відповідають темі дослідження.

Дискусійні положення і зауваження щодо змісту дисертаційної роботи. На основі вивчення та аналізу дисертаційної роботи Марусаж Х.І. «Розробка методики комплексного дослідження змін поверхневих об'ємів острівних льодовиків антарктичного узбережжя», окрім зазначених позитивних сторін роботи, слід звернути увагу на окремі недоліки й дискусійні моменти, які, можливо, будуть зняті в процесі захисту.

1. На думку опонента перші два слова в назві роботи, мабуть, зайві. Термін «поверхневі об'єми льодовика» не є зовсім вдалим, можливо «об'єм між допоміжною площиною і поверхнею льодовика, або об'єм, викликаний зміною рельєфу поверхні льодовика».

2. Зауваження до першого розділу такі. Судячи з назви дисертації «комплексне» дослідження потребує спільного аналізу джерел та публікацій і на його основі формулювання задач, тому аналіз публікацій в розділі 2 шкодить структурі дисертації.

3. Недоліком другого розділу слід вважати повторний аналіз першоджерел, який варто було подати підрозділом першого розділу. В цьому розділі також бажано було вказати характеристики прототипів та аналогів, щоб підкреслити переваги винаходів.

4. Недоліками третього розділу є відсутність схематичних рисунків для пояснення формул 3.3-3.19 стор. 110-114 дисертації і формул 1-4 автореферату, які хоч і не є формулами пошукачки, але без пояснюючого рисунка писати формули не варто. Як без рисунка уявити прямокутні призми, що характеризують зміни об'ємів льодовика?

5. Недоліком також вважаю відсутність більш докладного посилання на роботи фахівця з прикладної фотограмметрії, доцента кафедри аерофотогеодезії ЛПІ Пузанова Б.С. з визначення об'ємів за матеріалами фототеодолітного знімання методом вертикальної сітки.

6. Як недолік третього і четвертого розділів, вважаю потребу досконального аналізу відсутності руху льодовика або його відколотої частини, оскільки наявність руху спотворюватиме результати дослідження танення.

7. В тексті і в таблиці 4.1, мабуть вказані не розміри льодовиків, а розміри їх вихідної частини.

8. Рисунок 4.8 варто було показати схематично з базисами та напрямками знімання, а не фото.

9. Рис.12-14, які є графіками тренду, чомусь називаються номограмами, не вказано за якими формулами обчислювався тренд.

Вказані дискусійні питання та зауваження щодо дисертації не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

Загальний висновок. У цілому дисертація Марусаж Христини Іванівни «Розробка методики комплексного дослідження змін поверхневих об'ємів острівних льодовиків антарктичного узбережжя» є актуальним та своєчасним дослідженням, завершеною науковою працею, в якій отримано обґрунтовані результати. Робота відзначається теоретичною новизною та практичною цінністю. Обсяг, зміст і оформлення дисертації відповідають вимогам МОН України, які висуваються до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата наук, зокрема пп. 9, 11, 12, 13, 14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», Таким чином, на підставі проведеного аналізу, можна зробити висновок, що дисертаційна робота «Розробка методики комплексного дослідження змін поверхневих об'ємів острівних льодовиків Антарктичного узбережжя» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.24.01 - геодезія, фотограмметрія та картографія, а її авторка заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за означеною спеціальністю.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук,

професор кафедри геодезії, картографії і кадастру

Уманського національного університету садівництва  Р. М. Рудий

