



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного університету
"Львівська політехніка"

д.т.н. _____ І. В. Демидов
" _____ " _____ 2020 р.

В И Т Я Т

з протоколу № 4 фахового семінару кафедри вищої геодезії та астрономії
Національного університету "Львівська політехніка" від 17 червня 2020 р.

1. ПРИСУТНІ: 13 із 13 науково-педагогічних працівників кафедри вищої геодезії та астрономії, а саме:

1. *Заблоцький Федір Дмитрович, завідувач кафедри, д.т.н., професор;*
2. *Третьак Корнелій Романович, директор Інституту геодезії, д.т.н., професор;*
3. *Савчук Степан Григорович, професор кафедри, д.т.н., професор;*
4. *Двуліт Петро Дмитрович, професор кафедри, д.т.н., професор;*
5. *Янків-Вітковська Любов Миколаївна, доцент кафедри, к.ф.-м.н., доцент;*
6. *Джуман Богдан Богданович, доцент кафедри, к.т.н., доцент;*
7. *Паляниця Богдан Борисович, доцент кафедри, к.т.н., доцент;*
8. *Цюпак Ігор Михайлович, доцент кафедри, к.т.н., доцент;*
9. *Серант Оксана Володимирівна, старший викладач кафедри, к.т.н.;*
10. *Савчин Ігор Романович, асистент кафедри, к.т.н.;*
11. *Лук'янченко Юрій Олександрович, асистент кафедри, к.т.н.;*
12. *Доскіч Софія Василівна, асистент кафедри, к.т.н.;*
13. *Сумарук Юрій Петрович, асистент кафедри, к.ф.-м.н.*

На фаховий семінар запрошені:

1. *Тревого Ігор Севірович, Національний університет «Львівська політехніка», професор кафедри геодезії, д.т.н., професор.*
2. *Глотов Володимир Миколайович, Національний університет «Львівська політехніка», завідувач кафедри фотограмметрії та геоінформатики, д.т.н., професор.*
3. *Церклевич Анатолій Леонтійович, Національний університет «Львівська політехніка», завідувач кафедри інженерної геодезії, д.т.н., професор.*

З присутніх – 7 докторів наук та 9 кандидатів наук – фахівці за профілем представленої дисертації.

Голова засідання – д.т.н., професор, завідувач кафедри вищої геодезії та астрономії Заблоцький Ф.Д.

2. СЛУХАЛИ: Доповідь аспіранта кафедри вищої геодезії та астрономії Хоптар Аліни Андріївни за матеріалами дисертації: «Томографія тропосфери на основі опрацювання даних мульти-GNSS спостережень», представлена на здобуття вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 193 - Геодезія та землеустрій (галузь знань 19 Архітектура та будівництво).

Науковий керівник – професор кафедри вищої геодезії та астрономії, д.т.н., професор Савчук С.Г.

Тему дисертації затверджено “01” листопада 2016 р. на засіданні Вченої ради Інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка», протокол № 3 (165), уточнено “23” січня 2020 р. на засіданні Вченої ради Інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка», протокол № 6 (206).

Робота виконана на кафедрі вищої геодезії та астрономії Національного університету "Львівська політехніка".

По доповіді було задано 19 запитань, на які доповідач дала правильні та ґрунтовні відповіді. Питання задавали:

- завідувач кафедри фотограмметрії та геоінформатики Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор Глотов Володимир Миколайович;
- директор Інституту геодезії, професор кафедри вищої геодезії та астрономії Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., проф. Третяк Корнилій Романович;
- доцент кафедри вищої геодезії та астрономії Національного університету «Львівська політехніка», к.т.н., доц. Паляниця Богдан Борисович;
- завідувач кафедри інженерної геодезії Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор Церклевич Анатолій Леонтійович;
- завідувач кафедри вищої геодезії та астрономії Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., проф. Заблоцький Федір Дмитрович.

3. Виступи присутніх.

З оцінкою дисертації Хоптар А.А. виступили рецензенти:

- професор кафедри вищої геодезії та астрономії, д.т.н., проф. Двудіт Петро Дмитрович;
- доцент кафедри вищої геодезії та астрономії, к.ф.-м.н., доц. Янків-Вітковська Любов Миколаївна,

які зазначили, що тема дисертації є надзвичайно актуальною, адже зважаючи на те, що вимоги до точності визначення геодезичних параметрів постійно зростають у міру розвитку прикладних і фундаментальних досліджень, виникає необхідність підвищення точності, достовірності результатів супутникових вимірювань; запропонований уніфікований підхід до оцінки зенітних та похилих тропосферних

затримок за даними мульти-GNSS спостережень і програмного забезпечення GipsyX, дає змогу відновлення вертикального профілю вмісту водяної пари в тропосфері Землі; достовірність наукових і практичних результатів підтверджується використанням сучасних наукових методів та програмного забезпечення, збіжністю теоретичних результатів з даними експерименту та апробацією отриманих результатів; наукові положення, висновки і рекомендації мають достатню ступінь обґрунтованості, практичну значимість.

З оцінкою дисертації також виступили присутні на фаховому семінарі кафедри вищої геодезії та астрономії директор Інституту геодезії, професор кафедри вищої геодезії та астрономії Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., проф. Третяк Корнилій Романович, заступник директора Інституту геодезії, професор кафедри геодезії Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., проф. Тревого Ігор Севірович, завідувач кафедри вищої геодезії та астрономії Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., проф. Заблоцький Ф.Д., доцент кафедри вищої геодезії та астрономії Національного університету «Львівська політехніка», к.т.н, доц. Паляниця Богдан Борисович.

Науковці відзначили високий рівень актуальності теми дисертаційного дослідження, наукову новизну та важливе практичне значення основних результатів та висновків дисертації. Відзначено особистий внесок здобувача, яким обґрунтовано можливості застосування методу високоточних координатних визначень PPP за результатами мульти-GNSS спостережень; реалізовано розв'язки PPP і розроблено уніфікований підхід до оцінки зенітних та похилих тропосферних затримок за даними мульти-GNSS спостережень і програмного забезпечення GipsyX; розроблено та реалізовано методику відновлення висотного розподілу вмісту водяної пари з використанням горизонтального параметризованого підходу на підставі даних про похилі тропосферні затримки. Дисертаційна робота має широке практичне застосування у галузі геодезії. Отримані результати теоретичних і практичних напрацювань можуть бути використані фахівцями широкого кола спеціальностей.

Загальна характеристика дисертації – позитивна.

З характеристикою наукової зрілості здобувача виступив науковий керівник – професор кафедри вищої геодезії та астрономії, д.т.н., проф. Савчук Степан Григорович, який відзначив високий рівень наукової зрілості здобувача Хоптар А.А. та підкреслив, що Хоптар А.А. достатньо підготовлена для подальшої наукової діяльності, професійно на високому рівні володіє технічним інструментарієм.

4. Заслухавши та обговоривши доповідь Хоптар Аліни Андріївни, а також за результатами попередньої експертизи представленої дисертації на фаховому семінарі кафедри вищої геодезії та астрономії, прийнято наступні висновки щодо дисертації «Томографія тропосфери на основі опрацювання даних мульти-GNSS спостережень»:

Висновок
фахового семінару кафедри вищої геодезії та астрономії
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
«Томографія тропосфери на основі опрацювання даних мульти-GNSS
спостережень» здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії Хоптар Аліни
Андріївни
за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій
(галузь знань 19 Архітектура та будівництво)

4.1. Актуальність теми дисертації.

Тема дисертації є актуальною та важливою з огляду на те, що вимоги до точності визначення геодезичних параметрів постійно зростають у міру розвитку прикладних і фундаментальних досліджень в науках про Землю. За останні роки наукове застосування Глобальних Навігаційних Супутникових Систем (Global Navigation Satellite Systems, GNSS) в цих дослідженнях отримали важливий статус та роль. Своєю чергою, за останні два роки почалася нова епоха значних змін та інновацій з багатоканальними навігаційними системами, так званими мульти-GNSS. Комбінація мульти-GNSS може значно покращити багато застосувань, оскільки збільшена кількість супутників зміцнює геометрію орбіти, в результаті чого збільшується точність, скорочується час ініціалізації та збільшується загальна доступність. Зі швидким розвитком GNSS, абсолютний метод точного позиціонування (Precision Point Positioning, PPP) також просувається вперед. Головна перспектива застосування даного методу полягає у автономності визначення просторового положення точок. Тому, слід вважати актуальним проведення наукових досліджень можливостей використання даних мульти-GNSS спостережень, орієнтованих, в основному, на GNSS-спостереження окремих станцій. У дисертації здобувача перераховані фактори враховані, науково обґрунтовані та підтверджені експериментальними дослідженнями.

4.2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри.

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри вищої геодезії та астрономії Національного університету «Львівська політехніка» “Моніторинг фізичної поверхні Землі та її атмосфери на основі аналізу результатів сучасних наземних і супутникових вимірювань”.

4.3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів.

Результати наукових досліджень, які представлені у дисертаційній роботі та виносяться на захист, отримані автором самостійно. Загалом за темою дисертації опубліковано 12 наукових праць. Основні положення та результати дисертаційної роботи, отримані автором, опубліковано у співавторстві у 4 працях та одноосібно у 8. Більшість праць, які опубліковані у співавторстві, присвячені визначенню тропосферних затримок та аналізу достовірності й точності результатів опрацювання методом PPP, а також розробці та реалізації алгоритму, розв'язків, інструментарію опрацювання таких даних на основі мульти-GNSS спостережень та інтерпретації отриманих результатів.

4.4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій.

Достовірність наукових і практичних результатів підтверджується використанням сучасних наукових методів та програмного забезпечення, збіжністю теоретичних результатів з даними експерименту, апробацією результатів в практичних умовах, критичним обговоренням результатів роботи на науково-технічних конференціях.

4.5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру.

Наукова новизна дисертації Хоптар А. А. полягає насамперед у тому, що результати досліджень вирішують важливе наукове завдання відновлення вертикального профілю вмісту водяної пари в тропосфері Землі за допомогою використання даних мульти-GNSS спостережень для опрацювання методом PPP. Здобувачем реалізовано розв'язки PPP і уперше розроблено уніфікований підхід до оцінки зенітних та похилих тропосферних затримок за даними мульти-GNSS спостережень і програмного забезпечення GipsyX. Розроблено та реалізовано методику відновлення вертикального профілю вмісту водяної пари в тропосфері Землі з використанням горизонтального параметризованого підходу на підставі даних про похилі тропосферні затримки.

4.6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації.

За результатами досліджень за темою дисертації опубліковано 12 наукових праць. Основні положення дисертації опубліковано у 12 наукових працях. Серед них: 1 публікація у науковому фаховому виданні України, яке внесено до міжнародних наукометричних баз даних, 2 публікації у наукових періодичних виданнях інших держав, 2 – у наукових фахових виданнях України та 7 публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації та які додатково відображають наукові результати дисертації.

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав:

1. Savchuk, S., Khoptar, A. (2018). Estimation of slant tropospheric delays from GNSS observations with using precise point positioning method. Annual of Navigation, Volume 25, P. 253-266. DOI:10.1515/aon-2018-0017 (особистий внесок – визначено та проаналізовано значення похилих тропосферних затримок за результатами опрацювання даних GNSS-спостережень абсолютним методом точного позиціонування).

2. Khoptar, A. (2017). Analysis of approaches in integration of common solutions of different space geodetic techniques. International scientific journal «Baltic Surveying», Volume 7, P. 8-13.

Стаття у науковому фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз:

3. Savchuk, S., Kablak, N., Khoptar, A. (2018). Comparison of approaches to zenith tropospheric delay determination based on data of atmosphere radio sounding and GNSS observation. Міжвідомчий науково-технічний збірник «Геодезія, картографія та аерофотознімання», Випуск 88, С. 24-32. DOI:10.23939/istcgcap2018.02.024 (особистий внесок – опрацьовано та проаналізовано значення зенітних тропосферних затримок за результатами опрацювання даних GNSS-спостережень та даними радіозондування атмосфери).

Статті у наукових фахових виданнях України:

4. Savchuk, S., Khoptar, A. (2019). Analysis of the tropospheric delay estimates in software package – GipsyX based on multi-GNSS observations. Збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК «Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва», Випуск I (37), С. 57-63. DOI: 10.33841/1819-1339-2019-1-37-57-63 024 (особистий внесок – опрацьовано та проаналізовано значення зенітних тропосферних затримок за результатами опрацювання даних мульти GNSS-спостережень).

5. Хоптар, А. (2017). Методика отримання спільного розв'язку за даними GNSS I SLR на рівні спостережень. Збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК «Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва», Випуск II (34), С. 51-54

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації, а саме матеріали та тези міжнародних і вітчизняних науково-технічних та наукових конференцій:

6. Хоптар, А. (2019). Дослідження можливостей визначення зенітних тропосферних

затримок за даними мульти-GNSS спостережень з використання пакету програмного забезпечення GipsyX. Збірник тез 24-тої Міжнародної науково-технічної конференції «GEOFORUM'2019», - Львів: Видавництво Львівської політехніки, С. 5-6.

7. Хоптар, А. (2018). Можливості визначення тропосферних затримок за даними мульти-GNSS спостережень з допомогою програмного пакета – GipsyX. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «GeoTerrace-2018», - Львів: Видавництво Львівської політехніки, С. 11-12.

8. Хоптар, А. (2018). Визначення похилих тропосферних затримок за даними спостережень на GNSS станції SULP. Матеріали ІХ -ї міжнародної науково-практичної конференції «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні», Секція: Геодезія, картографія та кадастр, - Ужгород: ТОВ «РІК-У», С. 29-33.

9. Хоптар, А. (2018). Огляд сучасних підходів визначення зенітних тропосферних затримок на основі GNSS спостережень. Збірник тез 23-тї Міжнародної науково-технічної конференції «GEOFORUM'2018», - Львів: Видавництво Львівської політехніки, С. 11-12.

10. Хоптар А. Порівняльний аналіз підходів визначення тропосферної затримки за даними радіозондування та GNSS спостережень. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «GeoTerrace-2017», - Львів: Видавництво Львівської політехніки, С. 15-16.

11. Хоптар, А. (2016). Можливість створення пунктів колокації для різних технологій супутникових спостережень. Матеріали VII -ї міжнародної науково-практичної конференції «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні», Секція: Геодезія, картографія та кадастр,- Ужгород: Видавництво «ФОП Сабов А.М.», С. 65-70.

12. Савчук, С., Хоптар, А. (2014). Принципи створення спільних розв'язків для різних технологій супутникових спостережень. Науковий вісник Ужгородського університету, Випуск 3, С. 54-58, (особистий внесок – описано особливості різних технологій супутникових спостережень та проаналізовано можливості їх об'єднання).

Всі 12 наукових праць здобувача характеризуються повнотою викладення основних положень та результатів дисертаційної роботи.

4.7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо.

Основні положення та результати наукових досліджень, що включені до дисертації, доповідались і обговорювались на міжнародних та всеукраїнських наукових симпозіумах, конференціях та семінарах, зокрема на Міжнародній науково-практичній конференції «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні» (м. Ужгород, Україна) у 2014 р., 2016 р., 2018 р., Міжнародній науково-технічній конференції GEOFORUM (Львів-Брюховичі-Яворів, Україна) у 2017-2019 рр., International Scientific Methodical Conference BALTIC SURVEYING, (Jelgava, Latvia) у 2017 р., Міжнародній науковій конференції «Астрономічна обсерваторія Львівської політехніки: історія і сучасність» (м. Львів, Україна) у 2017 р., Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «GeoTerrace» (м. Львів, Україна) у 2017-2018 рр., науковій конференції «SATELITARNE POZYCJONOWANIE-PRECYZYJNA NAWIGACJA-MOBILNY MONITORING» (Dęblin, Poland) у 2018 р., семінарах консорціуму «ГеоГеліоАстроФізика» (м. Львів, Україна) у 2016-2018 рр.

Результати, отримані у дисертаційній роботі, використовувалися при проходженні спеціальних курсів, наукового стажування та тренінгів:

- Спеціальний курс прикладного програмного забезпечення від Лабораторії реактивного руху (Jet Propulsion Laboratory, NASA) «GipsyX 2018» (5-7 вересня 2018 р., м. Ковільян, Португалія).
- Наукове стажування в Геодезичній обсерваторії Республіки Чехія, Науково-дослідного геодезичного, топографічного і картографічного інституту (12 червня-09 вересня, смт. Здіби, Чеська Республіка).
- Спеціальний тренінг по застосуванню програмного забезпечення GipsyX для вирішення проблем геодинаміки та метеорології (7-9 жовтня 2019 р., м. Демблін, Польща).

4.8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати.

Отримані результати теоретичних і практичних напрацювань можуть бути використані фахівцями широкого кола спеціальностей, зокрема: космічної геодезії, наук про Землю та інших, при викладанні таких навчальних дисциплін, як «Вища геодезія», «GNSS-метеорологія» для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» Інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка» та інших вищих навчальних закладів.

4.9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані.

Практична значимість роботи полягає в тому, що отримані аналітичні та числові оцінки вертикального розподілу водяної пари в тропосфері Землі можуть використовуватися для розробки та уточнення числових моделей погоди.

4.10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення;

Дисертаційна робота, обсягом 175 сторінок, складається з анотації, вступу, 3 розділів, висновків та списку літератури. Робота містить 44 рисунки, 24 таблиці, та 2 додатки. Список використаних джерел містить 154 найменування.

Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

У ході обговорення дисертаційної роботи до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

5. З урахуванням зазначеного,

На фаховому семінарі кафедри вищої геодезії та астрономії ухвалили:

5.1. Дисертація Хоптар Аліни Андріївни «Томографія тропосфери на основі опрацювання даних мульти-GNSS спостережень» є завершеною науковою працею, у якій розв'язане конкретне наукове завдання відновлення вертикального профілю вмісту водяної пари в тропосфері Землі на основі опрацювання даних мульти-GNSS спостережень методом PPP, що має важливе значення для галузі знань 19 Архітектура та будівництво.

5.2. У 12 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 1 публікація у науковому фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз даних, 2 публікації у наукових періодичних виданнях інших держав, 2 – у наукових фахових виданнях України та 7 публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації та які додатково відображають наукові результати дисертації.

Праці Хоптар Аліни Андріївни відповідають п.11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого

Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року № 167.

5.3. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167).

5.4. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Хоптар А.А. дисертація «Томографія тропосфери на основі опрацювання даних мульти-GNSS спостережень» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

за	-	п'ятнадцять
проти	-	немає
утримались	-	один

Головуючий на засіданні фахового семінару,
зав. кафедри ВГА, д.т.н., проф.

Заблоцький Ф.Д.

Рецензенти:

д.т.н., проф., професор кафедри вищої геодезії та астрономії

Двудіт П.Д.

к.ф.-м.н., доц., доцент кафедри вищої геодезії та астрономії

Янків-Вітковська Л.М.

Відповідальний у ННІ за атестацію PhD

к.т.н., доц., доцент кафедри вищої геодезії та астрономії

Паляниця Б.Б.

"17" червня 2020 р.
