



З А Т В Е Р Д Ж У Ю
Проректор з наукової роботи
Національного університету
"Львівська політехніка"
І.В. Демидов
10 вересня 2020 р.

В И Т Я Г

з протоколу № 1 фахового семінару кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Національного університету «Львівська політехніка» від 10 вересня 2020 р.

- 1. ПРИСУТНІ:** 23 із 24 науково-педагогічних працівників кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, а саме:
1. Пістун Євген Павлович, завідувач кафедри, д.т.н., професор;
 2. Теплюх Зеновій Миколайович, професор, д.т.н., професор;
 3. Брилинський Роман Богданович, доцент, к.т.н., доцент;
 4. Васильківський Ігор Степанович, доцент, к.т.н., доцент;
 5. Вашкурак Юрій Зіновійович, доцент, к.т.н., доцент;
 6. Ділай Ігор Володимирович, професор, д.т.н., доцент;
 7. Кріль Богдан Андрійович, доцент, к.т.н., с.н.с.;
 8. Крих Ганна Бориславівна, доцент, к.т.н., доцент;
 9. Лесовой Леонід Васильович, професор, д.т.н., доцент;
 10. Матіко Федір Дмитрович, професор, д.т.н., професор;
 11. Стасюк Іван Дмитрович, доцент, к.т.н., доцент;
 12. Фединець Василь Олексійович, професор, д.т.н., доцент;
 13. Федоришин Роман Миронович, докторант, к.т.н., доцент;
 14. Химко Ольга Мирославівна, доцент, к.т.н., доцент;
 15. Юсик Ярослав Петрович, доцент, к.т.н., доцент;
 16. Роман Віталій Іванович, доцент, к.т.н.;
 17. Кріль Олександр Васильович, старший викладач;
 18. Николин Григорій Андрійович, старший викладач;
 19. Онисик Стефан Богданович, старший викладач;
 20. Демків Ігор Богданович, асистент кафедри;
 21. Костик Ігор Володимирович, асистент кафедри;
 22. Парнета Оксана Зиновіївна, асистент кафедри;
 23. Масняк Олег Ярославович, асистент кафедри.

На засіданні присутній аспірант кафедри:

1. Пістун Олег Ігорович.

На засідання запрошені:

1. Лозинський Орест Юліанович, професор кафедри електромехатроніки та комп'ютеризованих електромеханічних систем, д.т.н., професор;

2. Стоцько Зіновій Антонович, завідувач кафедри проектування та експлуатації машин, д.т.н., професор;
3. Демків Любомир Ігорович, професор кафедри інформаційних систем та мереж, д.т.н., професор;
4. Головач Ігор Романович, доцент кафедри електромехатроніки та комп'ютеризованих електромеханічних систем, к.т.н., доцент;
5. Кріль Сергій Олександрович, начальник відділу автоматизації ТзОВ «Робітня», к.т.н..

З присутніх – 9 докторів наук та 12 кандидатів наук – фахівці за профілем представленої дисертації.

Голова засідання – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Пістун Євген Павлович.

2.СЛУХАЛИ: Доповідь аспіранта кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Биць Оксани Михайлівни за матеріалами дисертації: «Автоматизація проектування систем вимірювання кількості теплової енергії на основі витратомірів змінного перепаду тиску», представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування)

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор Матіко Федір Дмитрович.

Тему дисертації затверджено “27” жовтня 2016 р. на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту енергетики та систем керування Національного університету «Львівська політехніка», протокол № 4.

Робота виконана на кафедрі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету «Львівська політехніка».

По доповіді було задано 12 запитань, на які доповідач дала правильні та ґрунтовні відповіді. Питання задавали:

- професор кафедри електромехатроніки та комп'ютеризованих електромеханічних систем, д.т.н. Лозинський Орест Юліанович;
- доцент кафедри електромехатроніки та комп'ютеризованих електромеханічних систем, к.т.н. Головач Ігор Романович;
- професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, д.т.н. Лесовой Леонід Васильович;
- доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, к.т.н. Крих Ганна Бориславівна;
- доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, к.т.н. Роман Віталій Іванович;
- докторант кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, к.т.н. Федоришин Роман Миронович.

3. Виступи присутніх.

З оцінкою дисертації Биць О. М. виступили рецензенти:

- доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, доктор технічних наук Ділай Ігор Володимирович;
- доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, кандидат технічних наук Крих Ганна Бориславівна,

які відзначили, що дисертаційна робота Биць Оксани Михайлівни є завершеною науковою працею, що містить вирішення актуального завдання в галузі автоматизації та приладобудування – розроблення системи автоматизованого проектування засобів вимірювання кількості теплової енергії. Основні положення дисертації, наукові та практичні результати розкриті в роботі повною мірою, характеризуються обґрунтованістю та логічною завершеністю, формують науковий доробок автора, що відображений в опублікованих працях за темою дисертації. Висновки та рекомендації виконаного дослідження мають вагомое практичне значення.

Рецензентами було висловлено деякі зауваження до роботи. Зокрема, Крих Г.Б. відзначила:

- у роботі не вказано, чи може бути розроблена САПР адаптована для проектування систем вимірювання кількості теплової енергії на основі витратомірів та лічильників, що реалізують інші методи вимірювання, крім методу змінного перепаду тиску; якщо так, то наскільки ґрунтовних змін потребує для цього САПР;
- в розробленому програмному пакеті визначено перелік документів, які можуть бути сформовані під час проектування; однак, у роботі не викладено, чи може бути розширений та доповнений цей перелік, а також, чи проектувальник має можливість обирати перелік документів під час проектування;
- у тексті дисертації є окремі синтаксичні та стилістичні неточності, неузгоджені позначення окремих параметрів у різних розділах роботи.
- Доцент Ділай І.В. вказав на такі недоліки роботи:
- у розділі 3 мало уваги надано рівнянням розрахунку густини теплоносія, зокрема, слід було б чітко вказати характеристики їх точності;
- у розділі 4 недостатньо обґрунтовано, чому програмний пакет для проектування систем вимірювання кількості теплової енергії реалізовано як локальний програмний засіб; доцільно було б порівняти можливості локального програмного пакету та пакету з віддаленим доступом на основі мережевих технологій та обґрунтувати таке рішення.

Водночас, рецензентами зазначено, що висловлені зауваження є дискусійними та не впливають загалом на позитивну оцінку дисертації.

З оцінкою дисертації також виступили присутні на фаховому семінарі кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій:

професор кафедри електромехатроніки та комп'ютеризованих електромеханічних систем, д.т.н. Лозинський Орест Юліанович, який відзначив, що дисертаційна робота Биць О.М. є завершеною науковою працею, у якій отримано низку нових наукових та практичних результатів, зокрема сформовано математичні моделі систем вимірювання кількості теплової енергії та на їх основі розроблено алгоритми проектування таких систем, що дало можливість розробити програмний пакет для проектування систем вимірювання кількості теплової енергії; Лозинський О.Ю. рекомендував дисертаційну роботу до подання в спеціалізовану вчену раду для захисту;

завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, д.т.н., Пістун Євген Павлович, який зазначив, що у дисертаційній роботі чітко визначена мета та сформульовано завдання досліджень, які виконано в повному обсязі; він висловив думку, що наукові результати, які одержані у дисертації, є підтвердженими та обґрунтованими, а особистий внесок здобувача у отриманні кожного результату не викликає сумнівів; Пістун Є.П. відзначив, що отримані практичні результати, зокрема, розроблена САПР засобів вимірювання кількості теплової енергії, свідчать про актуальність роботи та підтримав рекомендацію щодо подання роботи в спеціалізовану вчену раду для захисту;

докторант кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, к.т.н., Федоришин Роман Миронович, який підтвердив актуальність дисертаційної роботи, що зумовлена відсутністю в Україні теоретичної бази для проектування систем вимірювання кількості теплової енергії, яка б дала можливість розробити програмний комплекс для автоматизації проектування систем вимірювання кількості теплової енергії, в складі яких для вимірювання витрати теплоносія застосовують витратоміри змінного перепаду тиску зі стандартними звужувальними пристроями, достатній рівень опублікування наукових праць, які відображають основні результати дисертації, та достатній рівень апробації результатів дисертації. Висловився за те, щоб рекомендувати дисертаційну роботу Биць О.М. до захисту в спеціалізованій вченій раді;

доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, к.т.н. Роман Віталій Іванович, який відзначив практичне значення основних результатів та висновків дисертації, зокрема підкреслив широке застосування результатів дисертаційної роботи у навчальному процесі кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Загалом, учасники обговорення відзначили актуальність теми, наукову новизну, практичне значення основних результатів і висновків дисертації Биць О. М., особистий внесок здобувача, достатній рівень апробації та впровадження одержаних результатів і рекомендували її для подальшого розгляду у спеціалізовану вчену раду.

Загальна характеристика дисертації – позитивна.

З характеристикою наукової зрілості здобувача виступив науковий керівник д.т.н., професор Матіко Ф.Д., який відзначив, що під час навчання в аспірантурі Биць О.М. успішно виконала освітню складову ОНП за спеціальністю 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", а також наукову складову, за результатами чого підготувала дисертаційну роботу. Під час виконання дисертаційної роботи Биць О.М. виконала значний обсяг теоретичних досліджень, зокрема розробила математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії, яка об'єднує повну математичну модель витратоміра змінного перепаду тиску, рівняння кількості теплової енергії та рівняння властивостей теплоносія, що дає можливість дослідити вплив конструктивних характеристик витратомірів, параметрів теплоносія на результат вимірювання кількості теплової енергії.

Здобувачка успішно справилась із завданням інтегрувати знання та навички із суміжних галузей, зокрема галузі інформаційних технологій, та застосувала їх для розроблення на основі сформованих теоретичних засад програмного пакету для автоматизованого проектування систем вимірювання кількості теплової енергії. Розроблений програмний пакет має велике практичне значення та впроваджений як у промисловості, так і в навчальному процесі кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Основні результати дисертаційної роботи отримані самостійно здобувачем та опубліковані у 14-ти наукових працях. Під час підготовки публікацій Биць О.М. сформувала компетентності щодо опрацювання та презентації наукових текстів українською та

англійською мовами. Результати досліджень Биць О.М апробовані шляхом презентації та обговорення на 8-ми науково-практичних конференціях.

Матіко Ф.Д. підтвердив, що, з огляду на результати роботи Биць О.М., вважає її зрілим науковцем, здатним до вирішення науково-технічних завдань та науково-педагогічної діяльності. Це підтверджено рівнем виконання, новизною та практичною цінністю результатів дисертаційної роботи.

4. Заслухавши та обговоривши доповідь Биць Оксани Михайлівни, а також за результатами попередньої експертизи представленої дисертації на фаховому семінарі кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, прийнято наступні висновки щодо дисертації «Автоматизація проектування систем вимірювання кількості теплової енергії на основі витратомірів змінного перепаду тиску»:

Висновок

фахового семінару кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Автоматизація проектування систем вимірювання кількості теплової енергії на основі витратомірів змінного перепаду тиску»

здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю

151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування)

4.1. Актуальність теми дисертації

Сучасні системи вимірювання кількості теплової енергії є складними технічними та програмними комплексами, до складу яких входять мікропроцесорні обчислювачі, вимірювальні перетворювачі тиску, температури, витрати. Залежно від технологічної схеми продукування чи споживання теплової енергії системи вимірювання можуть мати різноманітну структуру. Внаслідок цього змінюються і їх апаратна структура і алгоритми обчислення кількості теплової енергії.

Для реалізації алгоритмів обчислення кількості теплової енергії необхідно мати математичні моделі процесу її вимірювання, обмеження застосування цих моделей. Такі моделі сьогодні розроблені тільки частково: зокрема, немає рівнянь обчислення окремих фізичних властивостей теплоносія (показника адіабати), рівнянь обчислення невизначеності вимірюваного значення кількості теплової енергії. Тому виникає завдання розроблення математичних моделей систем вимірювання кількості теплової енергії і, на їх основі, теоретичної бази проектування таких систем.

До складу промислових систем вимірювання кількості теплової енергії у трубопроводах великих діаметрів часто входять витратоміри змінного перепаду тиску. Суттєвою перевагою цих витратомірів є те, що їх виготовляють без процедури калібрування, а коефіцієнти рівняння витрати визначають за відомими залежностями, що є справедливими при виконанні низки вимог до конструкції витратоміра та гідродинамічних умов потоку. Як наслідок, під час проектування систем вимірювання на основі витратомірів змінного перепаду тиску, необхідно виконати значну кількість вимог та обмежень, щодо застосування таких витратомірів. Внаслідок цього, процедура проектування систем вимірювання кількості теплової енергії на основі витратомірів змінного перепаду тиску є надзвичайно трудомісткою та потребує автоматизації.

Під час метрологічної перевірки діючих систем вимірювання кількості теплової енергії необхідно отримати масив зразкових точок, відносно яких перевіряють покази

обчислювача. Тобто виникає потреба мати еталонний програмний засіб, що точно реалізує повну математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії з урахуванням вимог діючих нормативних документів.

Отже, завдання розроблення теоретичної бази для проектування систем вимірювання кількості теплової енергії, а також автоматизація процесу проектування та розроблення програмного пакету для автоматизованого проектування систем на основі витратомірів змінного перепаду тиску, які вирішуються у цій роботі, є актуальними.

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

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету «Львівська політехніка»: «Вдосконалення і розробка елементів і підсистем збору та первинної обробки інформації в АСУ ТП».

Робота виконана згідно з науковими програмами та планами науково-дослідних робіт кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету «Львівська політехніка». Дослідження за темою дисертації виконувались в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи ДБ "Енергія" "Розроблення системи автоматизованого проектування пристроїв вимірювання кількості природного газу в одиницях об'єму та енергії" (2020 р., номер держреєстрації 0118U001585), госпдоговірних науково-дослідних робіт: Г/д 0566 "Розроблення стандарту організації ПАТ "УКРТРАНСГАЗ", який регламентує вимоги щодо застосування витратомірів змінного перепаду тиску за умови невідповідності геометричних характеристик вимірювальних трубопроводів і діафрагм вимогам ДСТУ ГОСТ 8.586.1-5:2009", (2017-2018 рр., номер держреєстрації 0117U001457); Г/д 937 "Визначення об'ємної витрати газу через пальники котла для підігріву бітуму підприємства Шляхбудсервіс (м. Жидачів)", (2018 р.); зареєстрованої кафедральної тематики АТХП-6 «Дослідження складових невизначеності витрати середовища з врахуванням шорсткості внутрішньої поверхні вимірювального трубопроводу», (2017-2019 рр., номер держреєстрації 0117U004011).

4.3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Теоретичні та практичні результати, викладені у роботі, одержані здобувачем особисто.

Здобувачем розроблено математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії, яка об'єднує повну математичну модель витратоміра змінного перепаду тиску, рівняння кількості теплової енергії та рівняння властивостей теплоносія, що дає можливість дослідити вплив конструктивних характеристик витратомірів, параметрів теплоносія на результат вимірювання кількості теплової енергії.

Отримано нове рівняння для обчислення показника адіабати перегрітої пари, на основі базових термодинамічних залежностей та рівнянь, що в сукупності з відомими рівняннями густини дає можливість обчислити параметри стану водяної пари під час вимірювання її витрати.

Розроблено рівняння для оцінювання невизначеності кількості теплової енергії із врахуванням невизначеностей усіх параметрів, що входять до рівняння обчислення кількості теплової енергії.

Запропоновано нові підходи щодо автоматизованого проектування систем вимірювання кількості теплової енергії, що дають можливість реалізувати розрахунок

конструктивних та метрологічних характеристик системи вимірювання кількості теплової енергії із врахуванням технологічних та нормативних обмежень.

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

Достовірність основних положень дисертаційної роботи підтверджена коректним застосуванням відомих класичних методів досліджень, сучасної методології комп'ютерного моделювання, відтворюваністю результатів моделювання, збіжністю результатів математичного моделювання та результатів застосування методів відомих світових розробників, а також стандартизованих методів, результатами апробації основних положень на науково-технічних конференціях та обговоренням публікацій у періодичних наукових виданнях.

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

У дисертаційній роботі розв'язано важливе науково-прикладне завдання – розроблення теоретичної бази для проектування систем вимірювання кількості теплової енергії та розроблення програмного пакету для автоматизації проектування систем вимірювання кількості теплової енергії, в складі яких для вимірювання витрати теплоносія застосовують витратоміри змінного перепаду тиску зі стандартними звужувальними пристроями.

Вперше:

1. На основі теорії оцінювання невизначеності та рівнянь розрахунку ентальпії води (водяної пари) розроблено рівняння для розрахунку невизначеності ентальпії води (водяної пари), застосування якого дає можливість врахувати методичну невизначеність розрахунку ентальпії та невизначеності параметрів стану води (водяної пари) для області параметрів стану теплоносія, що охоплює технологічні умови застосування систем вимірювання кількості теплової енергії;
2. Розроблено нове рівняння для обчислення показника адіабати перегрітої водяної пари, отримане на основі базових термодинамічних залежностей та рівнянь IAPWS IF-97, за яким отримано масив зразкових значень показника адіабати; на основі масиву зразкових значень розроблено спрощені залежності та алгоритм розрахунку показника адіабати для їх застосування у обчислювачах кількості теплової енергії;
3. Шляхом розгляду у сукупності повної математичної моделі витратоміра змінного перепаду тиску, рівнянь визначення кількості теплової енергії та рівнянь визначення властивостей теплоносія розроблено математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії, що дає можливість дослідити вплив конструктивних характеристик витратоміра, параметрів теплоносія на результат вимірювання кількості теплової енергії;
4. Розроблено рівняння невизначеності вимірюваного значення кількості теплової енергії, що дає можливість обчислити невизначеність для конфігурації системи вимірювання з двома витратомірами.
5. Розроблено алгоритми розрахунку кількості теплової енергії, що реалізують математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії та дають можливість обчислити кількість теплової енергії для різних конфігурацій систем вимірювання.
6. Шляхом реалізації сукупності алгоритмів, що реалізують математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії, рівняння обчислення фізичних

властивостей теплоносія, рівняння розрахунку невизначеності кількості теплової енергії розроблено програмний комплекс САПР "Теплова енергія" для автоматизованого проектування систем вимірювання кількості теплової енергії.

Набули подальшого розвитку:

1. Метод проектування системи вимірювання кількості теплової енергії, який полягає у пошуку параметрів витратоміра, що забезпечують мінімальну невизначеність вимірюваного значення витрати із одночасним врахуванням граничного значення втрат тиску, що дає можливість зменшити втрати тиску у системах постачання теплової енергії;
2. Алгоритми автоматизованого проектування систем вимірювання кількості теплової енергії, що дають можливість реалізувати розрахунок конструктивних та метрологічних характеристик системи вимірювання кількості теплової енергії із врахуванням технологічних та нормативних обмежень.

4.6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

Основні положення дисертаційної роботи опубліковано у 14-ти працях: 2 статті у виданнях, включених до наукометричних баз даних, які водночас належать до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у наукових фахових виданнях України; 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави; 8 праць апробаційного характеру.

Публікації у виданнях, що включені до наукометричних баз даних

1. Matiko F. D., Slabyk O. M., Hutnyk M. V. (2018). Аналіз нормативного забезпечення систем вимірювання кількості теплової енергії. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Вип. 28 (3). С. 105–110.
2. Matiko F., Slabyk O., Lesovoy L., Matiko H. Technique for evaluating the uncertainty of enthalpy of water and steam for thermal energy metering systems. Energy Engineering and Control Systems. 2018. Vol. 4, № 2. P. 79 – 86.

Публікації у наукових фахових виданнях України

3. Слабик О. М., Матіко Ф. Д., Лесовой Л. В. Спрощений алгоритм розрахунку показника адіабати перегрітої пари для автоматизованих систем обліку теплової енергії. Вісник КПІ. Серія: Приладобудування. 2019. Вип. 57 (1). С. 72–78.
4. Слабик О. М., Матіко Ф. Д., Лесовой Л. В. Алгоритм визначення кількості теплової енергії для систем із застосуванням стандартних звужувальних пристроїв. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. 2019. Вип. № 36. С. 77–81.
5. Matiko F., Byts O., Lesovoy L., Matiko H. Computer-aided system for designing the thermal energy metering devices. Energy Engineering and Control Systems, 2020. Vol. 6, No. 1. P. 61– 69.

Публікації у наукових періодичних виданнях інших держав

6. Byts O., Kurytnik I., FedirMatiko F., Lesovoy L., Matiko H. Evaluating the uncertainty of the amount of thermal energy for metering systems with differential pressure flowmeters. Napędy i Sterowanie. 2020. No. 4. P. 57– 63.

У колективно опублікованих працях автору належить наступне: у роботах [1, 2, 3, 5, 6] виконано аналіз літературних джерел за темою дисертації та виділено невирішені завдання для досліджень; в роботі [1] визначено основні недоліки стану приладового обліку кількості теплової енергії та нормативного забезпечення систем вимірювання кількості теплової

енергії; в роботі [2] розроблено спрощену методику оцінювання невизначеності ентальпії води та виконано перевірку похибки отриманих аналітичних залежностей; в роботі [3] розроблено нове рівняння для розрахунку показника адіабати перегрітої водяної пари, отримано масив зразкових значень показника адіабати на основі якого розроблено спрощені рівняння та алгоритм для застосування в обчислювачів витрати перегрітої водяної пари; в роботі [4] розроблено алгоритм обчислення кількості теплової енергії із застосуванням методу змінного перепаду тиску, в роботі [5] представлено функціональні можливості розробленого програмного комплексу для проектування засобів вимірювання кількості теплової енергії та характеристики основних підсистем програмного комплексу, в роботі [6] розроблено рівняння для обчислення невизначеності вимірюваного значення кількості теплової енергії для системи вимірювання з двома витратамирами.

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

Основні положення та результати дисертаційного дослідження представлено на таких наукових конференціях та заходах: IV Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми гуманітарних та природничих наук» (Одеса, Україна, 2017); IV Міжнародна наукова конференція пам'яті професора Володимира Поджаренка Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (Вінниця, Україна, 2017); XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Приладобудування: стан і перспективи» (Київ, Україна, 2018); XXV International Conference on Automatic Control «Automatics – 2018» (Lviv, Ukraine, 2018); International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students «Actual Problems of Automation and Control» (Lutsk, Ukraine, 2018); Шоста Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів (АКІТ-2019), (Київ, Україна, 2019); XVIII Міжнародної науково-технічної конференції «Приладобудування: стан і перспективи» (Київ, Україна, 2019); VII Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів (АКІТ-2020), (Київ, Україна, 2020).

Дисертаційна робота обговорювалась на наукових семінарах кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету «Львівська політехніка».

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

Наукове значення виконаного дослідження полягає в тому, що розроблено теоретичну основу для автоматизації проектування систем вимірювання кількості теплової енергії. Зокрема, розроблені рівняння кількості теплової енергії для системи вимірювання з довільною структурою, рівняння показника адіабати перегрітої водяної дали можливість сформулювати математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії. Розроблена математична модель у сукупності з отриманими рівняннями розрахунку невизначеності кількості теплової енергії та ентальпії теплоносія дають можливість розробити алгоритми проектування систем вимірювання кількості теплової енергії та автоматизувати процес проектування.

Наукові результати дисертаційної роботи можуть бути застосовані у таких наукових галузях як автоматизація та приладобудування, розроблення інформаційно-вимірювальних систем, розроблення та вдосконалення методів вимірювання витрати та методів визначення властивостей плинних енергоносіїв.

Результати виконаного дослідження, зокрема розроблені математичні моделі та алгоритми проектування систем вимірювання кількості теплової енергії застосовані в навчальному процесі кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету «Львівська політехніка» під час вивчення навчальних дисциплін: «Технологічні вимірювання та прилади», «Основи систем автоматизованого проектування» для студентів спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно- інтегровані технології".

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

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що:

- на основі зразкових значень показника адіабати, отриманих за новим рівнянням, розроблено спрощені залежності та алгоритм розрахунку показника адіабати для їх застосування у обчислювачах кількості теплової енергії;

- розроблено алгоритми розрахунку кількості теплової енергії, що реалізують математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії та дають можливість обчислити кількість теплової енергії для різних конфігурацій систем вимірювання;

- розроблено алгоритм проектування системи вимірювання кількості теплової енергії, який забезпечує мінімальну невизначеність вимірюваного значення витрати із одночасним врахуванням граничного значення втрат тиску та дає можливість зменшити втрати тиску, а, отже, й підвищити ефективність систем постачання теплової енергії;

- шляхом реалізації сукупності алгоритмів, що реалізують математичну модель системи вимірювання кількості теплової енергії, рівняння обчислення фізичних властивостей теплоносія, рівняння розрахунку невизначеності кількості теплової енергії розроблено програмний комплекс САПР "Теплова енергія" для автоматизованого проектування систем вимірювання кількості теплової енергії.

Результати досліджень можуть бути застосовані на промислових підприємствах, теплопостачальних організаціях, а також підприємствами, які займаються розробленням та впровадженням витратомірів плинних середовищ, а також систем вимірювання кількості теплової енергії.

4.10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку літератури та додатків. Текст дисертації викладений із застосуванням сучасної термінології у галузях автоматизації та приладобудування, розроблення інформаційно-вимірювальних систем. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

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

5. З урахуванням зазначеного,

На фаховому семінарі кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ухвалили:

5.1. Дисертація Биць Оксани Михайлівни «Автоматизація проектування систем вимірювання кількості теплової енергії на основі витратомірів змінного перепаду тиску» є

завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання – сформовано теоретичні засади проектування систем вимірювання кількості теплової енергії та розроблено програмний пакет для проектування систем вимірювання кількості теплової енергії, в складі яких для вимірювання витрати теплоносія застосовують витратоміри змінного перепаду тиску зі стандартними звужувальними пристроями, що має важливе значення для галузі автоматизації та приладобудування.

- 5.2. У 14 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 2 статті у виданнях, включених до наукометричних баз даних, які водночас належать до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у наукових фахових виданнях України; 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави; 8 праць апробаційного характеру.
- 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 Биць Оксани Михайлівни дисертація «Автоматизація проектування систем вимірювання кількості теплової енергії на основі витратомірів змінного перепаду тиску» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

за	-	28(двадцять вісім) осіб
проти	-	(немає)
утримались	-	(немає)

Головуючий на засіданні фахового семінару, зав. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, д.т.н., професор



Пістун Є.П.

Рецензенти:

к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій



Крих Г.Б.

д.т.н., доцент, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій



Ділай І.В.

Відповідальний у ІЕСК за атестацію PhD

к.т.н., доцент, доцент кафедри ТТАЕ



Кузнецова М.Я

"10" вересня 2020 р.
