

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Кирисова Ігора Геннадійовича

«Метод кількісного оцінювання якості параметрів сонячної батареї»,

яка подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування

за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

1. Оцінка роботи здобувача у процесі підготовки дисертації і виконання індивідуального плану навчальної та наукової роботи.

Аспірант Кирисов Ігор Геннадійович виконав у повному обсязі Індивідуальний план виконання освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії. Освітня програма в обсязі 43 кредитів ECTS виконана у повному об'ємі. Він успішно склав наступні дисципліни:

- іспит з навчальної дисципліни «Філософія » (92 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Іноземна мова» (82 бали);
- залік з навчальної дисципліни «Українська мова » (95 балів);
- –залік з навчальної дисципліни «Інформаційні технології в наукових дослідженнях» (95 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Теорія і методологія наукового дослідження» (90 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Педагогіка » (90 балів);
- іспит з навчальної дисципліни «Інноваційні технології в професійній діяльності фахівця» (92 бали);
- залік з «Асистентська практика» (92 бали).

Всі заплановані види робіт були виконані своєчасно. Здобувач плідно співпрацював з науковим керівником протягом усього терміну навчання в аспірантурі.

2. Обґрунтування вибору теми дослідження.

При тривалій експлуатації сонячних батарей, відзначається значне зниження їхньої продуктивності, через погіршення основних параметрів: коефіцієнта корисної дії і вихідної потужності.

Так, по оцінці закордонних фахівців, близько 90% ринку сонячних батарей, у цей час, становлять кристалічні кремнієві сонячні батареї, які втрачають від 10% до 40% вихідної потужності, у перші два роки експлуатації.

Тому, необхідно враховувати такі зовнішні фактори, що впливають на продуктивність сонячних батарей, як нормальна деградація структури поверхні сонячних батарей із часом, зниження потужності за рахунок надмірного нагрівання панелей або їх затінення та т.п.

Вплив цих та інших факторів, може мінятися залежно від сезону, географічного положення, способу монтажу, азимута та нахилу сонячних батарей.

Практика експлуатації сонячних батарей показує, що в реальних умовах, сонячні батареї будуть виробляти близько 75...85% від її пікової потужності, зазначеної виробником. Крім того потужність сонячних батарей змінюється залежно від освітленості та практично прямо пропорційна її значенню.

Аналіз проблеми погіршення параметрів сонячних батарей, показує, що це визначається, нестабільністю вихідних параметрів сонячних елементів, з яких збирається сонячні батареї. Це може бути викликано наступними факторами: низькою якістю матеріалів і їхнє виробництво; ступенем герметизації батареї і якістю захисних властивостей плівки та т.д.

До більше серйозних наслідків при експлуатації сонячних батарей, приводить виникнення дефектів, що ушкоджують (відколи, мікротріщини, макропори, локальні неоднорідності) на сприймаючій поверхні напівпровідникового шару, які приводять до підвищення внутрішнього опору.

Аналіз причини появи таких дефектів, які пошкоджують поверхню сонячних батарей, можуть спочатку розрізнятися та мати різну природу, однак

вони усі суттєво впливають на внутрішню структуру фотоелектричного перетворювача.

Вивчення та моделювання фізичних процесів, у зовнішній та внутрішній структурі фотоелектричного перетворювача, при яких відбувається пошкодження й руйнування напівпровідникової структури фотоелектричного перетворювача, є актуальною проблемою, з якої зіштовхуються виробники та споживачі сонячних батарей.

На сьогоднішній день, використовуються в основному моделі та методи сонячних елементів, що дозволяють відображати сімейство вольт-амперних (ВАХ) і вольт-ватних (ВВХ) характеристик фотоелектричного перетворювача, залежно від рівня інтенсивності сонячного випромінювання й температури.

Однак, у таких моделях, для опису основних параметрів сонячних елементів, досить часто, використовуються численні обмеження та допущення у відношенні реальної фактичної поверхні фотоелектричного перетворювача. Тому наслідки цих обмежень і допущень, необхідно спостерігати з деяким ступенем наближення відхилення характеристик параметрів для значень ВАХ і ВВХ сонячного елемента.

Через дефекти на поверхні фотоелектричного перетворювача, можуть виникати втрати сонячної енергії, які приведуть до нелінійності та нестабільності ВАХ і ВВХ. При цьому, значно може знижуватися величина вихідної потужності та ККД, на відміну від значень, установлених виробником сонячних батарей. Отже, у моделях за розрахунками параметрів фотоелектричного перетворювача, при моделюванні фізичних процесів, що протікають на поверхні й у структурі фотоелектричного перетворювача, необхідно враховувати, як геометричну площу поверхні, так і з врахуванням ушкоджуючих дефектів. Поверхні з ушкоджуючими дефектами, мають неоднорідну та пористу структуру, відповідно мають фрактальні властивості самоподібності і масштабованості та характеризується кількісною величиною - фрактальною розмірністю. Для визначення та розрахунку площі реальної

сприймаючої поверхні фотоелектричного перетворювача, запропоновано використовувати метод кількісного оцінювання якості параметрів сонячної батареї.

Усі існуючі методи контролю параметрів сонячної батареї мають місце, але розроблення нового методу контролю параметрів сонячної батареї розширить їх спектр та збільшить рівень можливостей для особи, яка приймає рішення щодо вибору того чи іншого методу для вирішення конкретної прикладної задачі. Проведений аналіз фундаментальної наукової літератури та публікації дозволяє поставити мету та задачі досліджень.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є кількісне оцінювання якості властивостей структури сприймаючої поверхні напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача для підвищення точності, стабільності вольт-амперної та лінійності вольт-ватної характеристик сонячного елемента, шляхом розробки методу кількісного оцінювання параметрів реальної площі сприймаючої поверхні рельєфу напівпровідникового шару сонячного елемента з урахуванням фрактальних властивостей поверхні на основі застосуванням обчислювального апарату фрактальної геометрії.

Для досягнення мети планується вирішення таких задач:

1. Провести структурно-геометричний аналіз та оцінювання параметрів структурі напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача сонячної батареї, шляхом розробки фізичної моделі та визначивши геометричні параметри сприймаючої поверхні сонячного елемента;

2. Удосконалити аналітичні вирази для кількісного оцінювання якості параметрів сонячного елемента, на основі врахування структури ФЕП, а також зміни фрактальних геометричних параметрів поверхні ФЕП та степеневій залежності реальної площі сприймаючої поверхні, в залежності від зміни величини фрактальної розмірності в об'ємній структурі по всій товщині напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача;;

3. Вибрати ефективний параметр кількісної оцінки якості структури в вигляді величини фрактальної розмірності та провести обчислювальний експеримент, для побудови вольт-амперних та вольт-ватних характеристик сонячного елемента, з урахуванням його реальної сприймаючої площі поверхні, та підтвердити вплив зміни геометричних характеристик фактичної поверхні ФЕП на електричні характеристики параметрів сонячного елемента.

Об'єктом дослідження – є процес кількісного оцінювання якості параметрів структури сприймаючої поверхні напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача сонячної батареї.

Предмет дослідження – метод кількісного оцінювання якості параметрів структури сприймаючої поверхні фотоелектричного перетворювача сонячної батареї.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань, використовувалися сучасні аналітичні методи математичного моделювання, математичний апарат фрактально-кластерної геометрії, а також методи математичної статистики для обробки експериментальних даних.

Методичні дослідження реалізувалися розробкою та апробацією методик оцінювання якості параметрів сонячної батареї із застосування методу кількісного оцінювання параметрів сонячної батареї та використанням аналітичних виразів моделі сонячного елемента.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана в рамках наукових досліджень кафедри електротехніки та електроенергетики навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, зокрема за темою:

«Розроблення проєкту сонячної панелі на основі моделювання поверхні сонячного елемента із застосуванням фрактальної геометрії» (державний реєстраційний номер: 0122U200539);

4. Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів та їх новизна.

Особистий внесок дисертанта в отриманні наукових результатів та їх новизна полягає у наступному:

1. Вперше розроблена геометрична модель сприймаючої поверхні напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача, в якій розглянуті фізичні процеси, котрі відбуваються, при зміні властивостей зовнішньої та внутрішньої структури сприймаючої фрактальної поверхні напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача за наявності локальних неоднорідностей, мікропор і макротріщин, що дозволяє врахувати точність вимірювання електрофізичних параметрів: струму короткого замикання, напруги холостого ходу, величини вихідної потужності та коефіцієнту корисної дії, шляхом урахування зміни величини площі сприймаючої поверхні на основі використання апарату фрактальної геометрії;

2. Набули подальшого розвитку вдосконалені аналітичні вирази для кількісної оцінки якості параметрів моделі фотоелектричного перетворювача, які на відміну від відомих дозволяють врахувати степеневу залежність реальної площі сприймаючої поверхні, від зміни величини фрактальної розмірності в об'ємній структурі по всій товщині напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача;

3. Вдосконалено метод кількісного оцінювання якості параметрів фотоелектричного перетворювача, який на відміну від відомих, дозволив врахувати підвищення точності, стабільності та лінійності вольт-амперної (вольт-ватної) характеристик на основі вимірювання величини фрактальної розмірності, яка характеризує зміну властивостей структури реальної площі сприймаючої поверхні напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача, а також призводить до зміни вихідної потужності та коефіцієнту корисної дії.

5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і

рекомендацій, які захищаються.

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, одержаних Кирисовим І. Г., при проведенні досліджень за темою дисертаційної роботи, забезпечується використанням фундаментальних підходів і методів математичної статистики. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в індексованих наукових журналах та доповідалися на міжнародних наукових конференціях. Висновки дисертаційної роботи є обґрунтованими.

6. Наукове, теоретичне та практичне значення результатів дисертації.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що експериментально розроблений метод кількісного оцінювання якості параметрів сонячних батарей, може бути застосований при експлуатації сонячних станцій, для виявлення місцезнаходження, типу та розміру ушкоджуючих дефектів на поверхні сонячної батареї при їх тривалій експлуатації, а також може бути використаним при виготовленні фотоелектричних перетворювачів. Результати теоретичних та експериментальних досліджень, алгоритм інформаційно-вимірювального модуля виявлення дефектів, системи контролю поверхні фотоелектричних перетворювачів, а також розроблене методичне, математичне, метрологічно-інструментальне та апаратно-програмне забезпечення, можуть знайти практичну апробацію на сонячних станціях України.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень впроваджені в ТОВ «Екватор Сан Енерджі» у вигляді методики кількісного оцінювання якості параметрів сонячної батареї.

Теоретичні положення, що розглядаються в дисертаційній роботі, використовуються в навчальному процесі Української інженерно-педагогічної академії при вивченні навчальних дисциплін:

«Фотоелектричні станції та засоби накопичення електричної енергії»;

«Концепції сталого розвитку та енергетичної безпеки»; «Аналіз і моделювання процесів в електричних системах та об'єктах»; «Системи розподіленої генерації»;

- практичної роботи з дисципліни «Фотоелектричні станції та засоби накопичення електричної енергії»;

Основні теоретичні, розрахункові та експериментальні результати отримано здобувачем самостійно. Наукові положення, що виносяться на захист, та висновки дисертаційної роботи належать автору.

7. Повнота викладення матеріалів дисертації в роботах, опублікованих автором.

Результати досліджень, що подані в дисертації, опубліковані у 22 наукових працях, у тому числі у 5 статтях у наукових фахових виданнях (з них 2 статтях у наукових виданнях, які входять до наукометричної бази Scopus, 3 статті у наукових фахових виданнях України), 1 монографії, апробаційного характеру опубліковано 12 тез доповідей та 4 статей в збірниках конференцій та наукових фахових виданнях.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у періодичних наукових виданнях, які входять до наукометричної бази Scopus:

1. Kyrysov I., Budanov P., Brovko K., Rudenko D., Vasiuchenko, P., Nosyk, A. Development of a Solar Element Model Using the Method of Fractal Geometry Theory *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021 Vol. 3, no. 8(111). P. 75–89. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.235882

2. Kyrysov I., Budanov P., Khomiak E., Brovko K., Kalnoy S., Karpenko O. Building a model of damage to the fractal structure of the shell of the fuel element of a nuclear reactor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4,

Монографії:

1. Кирисов І. Г., Буданов П. Ф., Хом'як Е. А. Фрактально-кластерний метод контролю оболонки тепловиділяючого елемента ядерного реактора. *Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention: Scientific monograph*. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2022. Р. 136–150. DOI: 10.30525/978-9934-26-254-8-4

Публікації у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України:

1. Кирисов І. Г., Хом'як Е. А., Буданов П. Ф., Бровко К. Ю. Підходи та вимоги до моделювання структури напівпровідникового шару сонячного елемента. Вісник ВПІ. 2022. Вип. 1. С. 35–38. DOI: 10.31649/1997-9266-2022-160-1-35-38.

(Особистий внесок здобувача: запропоновано для розрахунку величини реальної площі сприймаючої поверхні напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача, використати зміни властивостей внутрішньої структури напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача Проведено дослідження моделі сонячного фотоелектричного перетворювача з урахуванням загальної геометричної площі поверхневого напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача. Побудовані вольт-амперні характеристики фотоелектричного перетворювача з геометричною площею та з реальними площами поверхні)

2. Кирисов І. Г., Буданов П. Ф. Методи досліджень поглинаючої поверхні сонячних елементів Збірник наукових праць «Машинобудування». УПА. 2022. № 29. С. 104–117. DOI: 10.32820/2079-1747-2022-29-104-117.

(Особистий внесок здобувача: розглянуті та проаналізовані основні вимоги до тонкоплівкових сонячних елементів проведено аналіз методів дослідження фізичних процесів у структурі напівпровідникового шару сонячного елемента. Запропоновано, розглянути дослідження фізичних

процесів у структурі напівпровідникового шару сонячного елемента, а також вивчення фізичних властивостей тонких плівок для сонячного елемента, на основі наступних основних методів дослідження: сканувальна зондова (ємнісна) і тунельна мікроскопія (спектроскопія); атомна силова мікроскопія; рентгеноскопія; електронний мікроаналіз; сканувальна електронна мікроскопія; еліпсометрія; спектроскопічна еліпсометрія; електронна оже-спектроскопія; мас-спектрометрія вторинних іонів; фотолюмінісценція ; сканувальна лазерна мікроскопія).

3. Kyrysov I., Budanov P. Qualimetric method of quality assessment of solar battery parameters. Збірник наукових праць «Машинобудування». УІПА. 2024. № 33. С. 64–77. DOI: 10.32820/2079-1747-2024-33-64-77.

(Особистий внесок здобувача: розроблений кваліметричний метод оцінки параметрів фотоелектричного перетворювача сонячної батареї, дозволяє підвищувати точність, стабільність вольт-амперної та вольт-ватної характеристик і визначити реальне значення величини вихідної потужності та ККД фотоелектричного перетворювача. Отримані аналітичні вирази, для обчислення вихідних параметрів, з врахуванням реальних геометричних структурних змін поверхневого шару фотоелектричного перетворювача, при наявності ушкоджуючих дефектів в вигляді макро- та мікротріщин и локальних неоднорідностей. Проведений обчислювальний експеримент у системах схемотехнічного моделювання MATLAB/Simulink, який підтвердив вплив геометричних характеристик поверхневого шару фотоелектричного перетворювача на його вихідні параметри).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Кирисов І. Г. Аналіз факторів, які впливають на структуру напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача в процесі експлуатації. 6th International scientific and practical conference «Topical issues of modern science, society and education» Papers of the 6th scientific and practical

conference. 2021 Kharkiv, Ukraine. 2021. P. 394–397.

2. Кирисов І. Г. Чернюк А. М., Качанов Є. І. Засоби забезпечення процесу генерації та споживання електричної енергії в електроенергетичних системах з розподіленою генерацією з урахуванням фактору невизначеності погодних та кліматичних умов. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність : зб. наук. пр. / Нац.тех. ун-т «Харків. політехн. ін.-т». – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. № 1. С. 95–99.

3. Кирисов І. Г. Буданов П. Ф., Дослідження причин поверхневих дефектів напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача. V Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність та енергетична безпека електро енергетичних систем (EEES-2021)». зб. наук. пр. Харків: «Друкарня Мадрид». 2021. С. 41.

4. Кирисов І. Г. Дослідження якості напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача процесі експлуатації. Міжнародна науково-практична конференція «Якість, стандартизація та метрологічне забезпечення». Збірник матеріалів конференції. Харків: УІПА, 2022. С. 47.

5. Кирисов І. Г. Буданов П. Ф. Хом`як Е. А., Бровко К. Ю. Підходи та вимоги для моделювання структури рельєфу напівпровідникового шару сонячного елемента. V Міжнародна науково-технічна конференція "Оптимальне керування електроустановками (ОКЕУ-2021)". Збірник наукових праць Електронне мережне наукове видання. Вінниця: „ВНТУ” , 2021. С. 112–113.

6. Кирисов І. Г. Аналіз факторів, які впливають на структуру напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача в процесі експлуатації. VI Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми сучасної науки та освіти». Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції. Харків, 2021.– С. 394.

7. Кирисов І. Г. Аналіз факторів, які впливають на структуру напівпровідникового шару фотоелектричного перетворювача в процесі

експлуатації сонячних електростанцій. The 8th International scientific and practical conference “Modern research in world science” Papers of the 8th International scientific and practical conference. 2022., Lviv, Ukraine. P. 305–309.

8. Кирисов І. Г. Аналіз пошкоджень поверхні сонячних панелей, що виникають в процесі експлуатації сонячних електростанцій. The 9th International scientific and practical conference “Modern research in world science”. Papers of the 9th International scientific and practical conference. 2022. Lviv, Ukraine. P. 487-491.

9. Кирисов І. Г. Вплив пошкоджень поверхні сонячних панелей на їх параметри. The 10th International scientific and practical conference “Modern research in world science”. Papers of the 10th International scientific and practical conference. 2022. Lviv, Ukraine. P. 407–411.

10. Кирисов І. Г. Аналіз пошкоджень фотоелектричних модулів в процесі експлуатації сонячних електростанцій. Національний науково-практичний форум «Наука. Інновації. Якість». Матеріали національного науково-практичного форуму Харків: УПА. 2022. С. 52–54.

11. Кирисов І. Г. Моделювання фотоелектричних перетворювачів сонячних модулів з метою визначення їх параметрів і характеристик. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації». Збірник наукових праць. Переяслав, 2024. С. 216-219.

12. Кирисов І. Г., Гонтар І. В., Федченко-Галаган Є. С. Аналіз методів дослідження структури поверхні сонячних елементів. The 7th International scientific and practical conference “Perspectives of contemporary science: theory and practice” (August 19-21, 2024). Proceedings of 7th International Scientific and Practical Conference. Lviv, Ukraine. 2024. P. 201-204.

13. Кирисов І. Г. Левченко М. І., Сук І. В., Хватова С. В. Вплив мікротріщин на поверхні сонячних батарей на їх параметри. The 7th International scientific and practical conference “Perspectives of contemporary

science: theory and practice” (August 19-21, 2024). Proceedings of 7th International Scientific and Practical Conference. Lviv, Ukraine. 2024. P. 205-208.

14. Кирисов І. Г., Чернюк А.М., Черевик Ю.О. Особливості технологічних схем генерації електроенергії альтернативними джерелами енергії. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 204 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ. 2019. С. 66–68.

15. Кирисов І. Г. Чернюк А.М., Сук І.В. Карлова О.М. Білоус І.О. Аналіз технологічних схем генерації електроенергії альтернативними джерелами енергії Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2019. Том 30(69). № 4. С. 33–41.

16. Кирисов І. Г., Чернюк А.М., Черевик Ю.О. Аналіз перспектив розвитку систем розподіленої генерації електроенергії в Україні. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2021. Том 32 (71). № 3. С. 239–246.

Результати дисертаційної роботи повністю відображено в публікаціях.

8. Дотримання академічної доброчесності.

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача, наукових праць здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень виконано в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

9. Оцінка структури, мови та стилю дисертації.

Матеріал дисертації викладено в логічній послідовності та доступно для сприйняття. Дисертація написана науковим стилем мовлення, структура

дисертації відповідає алгоритму здійсненого автором дослідження. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (постанова Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44), наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

10. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту.

За своїм фаховим спрямуванням, науковою новизною і практичною значимістю дисертаційна робота Кирисова І. Г. «Метод кількісного оцінювання якості параметрів сонячної батареї» повністю відповідає паспорту спеціальності 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка». Здобувачем повністю виконано освітню та наукову складову третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

11. Результати обговорення та проведення презентації. Рекомендація дисертації до захисту.

Здобувач представив основні результати своєї дисертаційної роботи на розширеному засіданні кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна щодо попередньої експертизи дисертації (Витяг з протоколу №7 розширеного засідання кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій від 28 лютого 2025 р.) у формі презентації та наукової дискусії після її завершення. На даному засіданні були присутні 26 співробітників із різних наукових та навчальних установ України. Дисертанту було задано 12 запитань,

на які він надав вичерпні відповіді. Також виступили 4 науковця, які позитивно відізнались про дисертаційне дослідження Кирисова І. Г.

У рамках цього розширеного засідання було ухвалено одноголосно (26 голосів) рекомендувати дисертаційну роботу здобувача Кирисова І. Г. «Метод кількісного оцінювання якості параметрів сонячної батареї» до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 15 – «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

Доктор технічних наук, професор
виконуючий обов'язки завідувача кафедри
автоматизації, метрології та
енергоефективних технологій Навчально-
наукового інституту «Українська
інженерно-педагогічна академія»
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна



Геннадій КАНЮК